



**BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**DEŞARJ LAMBALARINDA LAMBA-BALAST**  
**UYUMLULUĞUNUN REGRESYON YAKLAŞIMI**  
**KULLANILARAK ANALİZİ**

**Nuri BEKTAŞ**  
**Yüksek Lisans Tezi**

**Tez Danışmanı**  
**Yrd. Doç. Dr. Nazım İMAL**

**BİLECİK, 2014**  
**Ref. No: 10048649**



**BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**DEŞARJ LAMBALARINDA LAMBA-BALAST**  
**UYUMLULUĞUNUN REGRESYON YAKLAŞIMI**  
**KULLANILARAK ANALİZİ**

**Nuri BEKTAŞ**  
**Yüksek Lisans Tezi**

**Tez Danışmanı**  
**Yrd. Doç. Dr. Nazım İMAL**  
**BİLECİK, 2014**



**BİLECİK SEYH EDEBALI UNIVERSITY**  
**Graduate School of Science**  
**Department of Electrical and Electronics**

**IN DISCHARGE LAMPS, ANALYSIS OF LAMP-BALLAST  
COMPATIBILITY USING REGRESSION APPROACH**

**Nuri BEKTAŞ**  
**Thesis of Master Degree**

**Thesis Advisor**  
**Assist. Prof. Nazım İMAL**

**BİLECİK, 2014**



**BİLECİK ŞEYH EDEBALI  
ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS**

**JÜRİ ONAY FORMU**

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 03/07/2014 tarih ve 31/6 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 23.07.2014 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Nuri BEKTAŞ'ın "Değerli Lambalarında Lamba-Balast Uyumluluğunun Regresyon Yaklaşımı Kullanılarak Analizi" başlıklı tez çalışması Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

**JÜRİ**

**ÜYE (TEZ DANIŞMANI): Yrd. Doç. Dr. Nazım İMAL**

**ÜYE:**

**Doç. Dr. Mehmet KURBAN**

**ÜYE:**

**Doç. Dr. Metin KESLER**

**ONAY**

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
.../.../... tarih ve .../.../... sayılı kararı.

**İMZA MÜHÜR**

## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım süresince emek vererek katkıda bulunan ve her türlü desteği esirgemeyen tez danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Nazım İMAL'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans eğitimime baőlamamda bana destek olan EMO camiasının sevilen hocalarından ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü Bölüm Başkanımız Doç. Dr. Mehmet KURBAN'a ve birlikte yüksek lisans eğitimine baőladığımız sevgili arkadaşım elektrik mühendisi Abdullah BÜYÜKİŐIKLAR'a teşekkür ederim.

Ve son olarak her türlü desteği ve anlayıőı gösteren, çalıőmalarım süresince ihmal ettiğim eőime, Mustafa Kemal'ime ve Mehmet Ali'me teşekkür ederim.

Nuri BEKTAŞ

Temmuz, 2014

## ÖZET

Deşarj lambalarında kullanılan elektromanyetik veya elektronik balastlar, uygun kalitede olmadığında veya kullanıcılar tarafından yanlış tercih edildiklerinde, lamba-balast uyumluluğu aydınlatma verimliliği ve güvenilirliği bakımlarından sorun oluştururlar. Elektromanyetik veya elektronik balastlar-deşarj lambaları arasındaki pozitif uyumsuzluk sorunları, gerektiğinden fazla güç çekilmesine ve çabuk hasara neden olabilmektedirler. Ayrıca, bu durumda transfer ettikleri gücün toleransı geçen ölçüde, bir kısmını da kendi üzerlerinde kaybedebilmektedir. Deşarj lambaları ile uyumsuz olan balastların negatif uyumsuzluk gösterdikleri durumlarda ise, şebekeden gerektiği kadar güç transferi yapılamamaktadır. Bu durumda ya verimsiz bir aydınlatma ile yetinilmekte ya da lamba sayısının yetersiz olduğu düşünülerek, enerji kaybının artması ve verimliliğin düşmesi göze alınarak ilave lamba kullanımı tercih edilmektedir.

Bu çalışmada, lamba-balast uyumluluğunun alt ve üst kriterlerinin belirlenmesine yönelik olarak çalışmalar gerçekleştirilerek, yukarıdaki olumsuzlukların elimine edildiği aydınlatma aygıtlarının verimli kullanımlarına yönelik limitlerin oluşturulması hedeflenmiştir. Ayrıca, oluşturulan bu limitler, regresyon yaklaşımı ile değerlendirilerek, standart güç değerleri dışında karşılaşılabilen ya da üretilebilen özel amaçlı deşarj lambaları için balast uyumluluğu uygulama modelleri gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Balast, Balast uyumluluğu, Deşarj Lambaları, Regresyon Yaklaşımı

## ABSTRACT

Electromagnetic or electronic ballasts used in discharge lamps, in the absence of suitable quality or preferred by the users when they are wrong, lamp - ballast compatibility problems of lighting efficiency and reliability of care form. Positive incompatibility issues between electromagnetic or electronic ballasts and discharge lamps, pulling more power than necessary and are quickly can cause damage. Also, in this case the extent they transfer a portion of the power tolerance can lose their thereon. Discharge lamps and ballasts with negative incompatibility of their cases, the transfer of power from the grid can not made as required. In this case, either being contented with inefficient lighting or insufficient number of lamps in mind, increase in energy loss and a reduced efficiency considering the use of additional lamp is preferred.

In this study, the top and bottom of the lamp - ballast compatibility criteria for the determination of the studies carried out, the above negative effects are eliminated limits for efficient use of lighting device is aimed to develop. Generated evaluated by regression approach these limits, except for standard power value can be produced that may be encountered or special purpose application compatibility ballasts for discharge lamps modeling was carried out.

**Keywords :** Ballasts, Compatibility, Discharge Lamps, Lighting, Regression Approach.

## İÇİNDEKİLER

Sayfa No

**TEZ ONAY SAYFASI**

**TEŞEKKÜR**

**ÖZET..... i**

**ABSTRACT ..... ii**

**İÇİNDEKİLER..... iii**

**ÇİZELGELER DİZİNİ ..... vi**

**ŞEKİLLER DİZİNİ ..... vii**

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ..... ix**

**1. GİRİŞ..... 1**

1.1 Literatür Çalışması ..... 2

1.2 Çalışmanın Kapsamı ..... 3

1.3 Çalışmanın Yöntemi ..... 3

**2. AYDINLATMA İLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR ..... 5**

2.1 Işık ..... 5

2.2 Renk ..... 5

2.3 Işık Akısı ..... 5

2.4 Işık Şiddeti ..... 5

2.5 Işık Miktarı ..... 6

2.6 Aydınlık Şiddeti ..... 6

2.7 Parıltı ..... 7

2.8 Etkinlik Faktörü(Işıksal Verim) ..... 7

2.9 Lamba Ömrü ..... 7

2.10 Renksel Geriverim ve Renk Sıcaklığı ..... 8

**3. YALITKANLIK, İYONİZASYON VE SINIRLANDIRILMASI ..... 10**

3.1 Yalıtkanlık ..... 10

3.1.1 Yalıtkan Türleri ..... 11

3.1.2 Yalıtkanlığın Bozulması ..... 12

3.2 İyonizasyon ve Delinme ..... 12



3.2.1	İyonizasyonun Sınırlanması .....	13
3.2.2	Deşarj Lambası .....	14
3.3	Balast Yapıların Görevleri .....	16
3.3.1	Elektromanyetik Balastlar .....	17
3.3.2	Elektromanyetik Balastların Yapısal Özellikleri.....	18
3.3.3	Elektromanyetik Balastların Nüve ve Sarım Hesaplaması.....	19
<b>4.</b>	<b>DEŞARJ LAMBALARI veBALASTLAR.....</b>	<b>22</b>
4.1	Deşarj Lambaları.....	22
4.2	Projektör Tip Deşarj Lambaları .....	23
4.2.1	Cıva Buharlı Lambalar .....	23
4.2.2	Metal Halide Lambalar.....	24
4.2.3	Sodyum Buharlı Lambalar.....	25
4.3	Balastlar ve Deşarj Lambaları.....	26
4.3.1	Projektör Tip Deşarj Lambalarının Çalışma Sistemi .....	26
4.3.2	Projektör Tip Deşarj Lambalarının Çalışma Karakteristikleri.....	29
4.4	Balast-Lamba Uyumluluğu.....	30
4.4.1	Negatif Balast-Lamba Uyumsuzluğu .....	31
4.4.2	Pozitif Balast-Lamba Uyumsuzluğu .....	32
<b>5.</b>	<b>REGRESYON YAKLAŞIMI.....</b>	<b>34</b>
5.1	Regresyon Yaklaşımı .....	34
5.2	Basit Doğrusal Regresyon Yaklaşımı .....	34
5.3	Doğrusal Regresyon Denkleminin Elde Edilişi .....	37
5.4	Regresyon Denklemiyle Yapılacak Tahminlerin Standart Hatası.....	40
5.5	Regresyon Katsayısının Testi.....	41
5.6	Hipotezin Yazılması .....	41
5.7	$\alpha$ Anlamlılık Seviyesinin Belirlenmesi .....	41
5.8	Örnek Regresyon Katsayılarının Standart Değişken Şekline Dönüştürülmesi.....	41
5.9	Karar .....	42
5.10	Ana Kütle Regresyon Doğrusunun Parametreleri İçin Aralık Kestirimi.....	42
5.11	Belirlilik Katsayısı ( $r^2$ ).....	42

<b>6. DEŞARJ LAMBA-BALAST UYUMLULUK ANALİZİ</b> .....	<b>44</b>
6.1 Deneysel Uygulamalar .....	44
6.2 Balast - Lamba Uyumluluk Uygulama ve Analizleri.....	48
6.3 Uyumluluk Analizleri.....	49
6.3.1 250 W Metal Halide Esaslı Uygulamalar Ve Ölçümler.....	49
6.3.2 400 W Metal Halide Esaslı Uygulamalar Ve Ölçümler.....	53
6.3.3 400 W Sodyum Buharlı Esaslı Uygulamalar Ve Ölçümler .....	56
6.4 Regresyon Analizi .....	59
<b>7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER</b> .....	<b>67</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>69</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>74</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>90</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Bazı mekanlar için ortalama aydınlık şiddeti .....	6
Çizelge 2.2. Lamba türlerine ait güç etkinlik ömür verileri.....	8
Çizelge 2.3. Renksel geriverim sınıflandırması .....	9
Çizelge 2.4. Işık kaynaklarına ait renksel geriverim ve renk sıcaklığı değerleri .....	9
Çizelge 3.1. Maddelerin dielektrik sabitleri ve delinme gerilimleri.....	11
Çizelge 6.1. Uygulamaların gerçekleştirildiği balast türleri .....	46
Çizelge 6.2. Uygulamaların gerçekleştirildiği projektör tip deşarj lambaları.....	46
Çizelge 6.3. Deşarj lambaları için verilmiş kısaltmalar .....	46
Çizelge 6.4. Deneysel uygulamalarda kullanılan ölçü aletleri ve özellikleri. ....	47
Çizelge 6.5. Çalışmada kullanılan balastlara ait ölçümler ve hesaplanan endüktans değerleri. ....	48
Çizelge 6.6. Regresyon yaklaşımında esas alınan 250 W metal halide ölçümleri. ....	60
Çizelge 6.7. Regresyon yaklaşımı ve 250 W metal halise esaslı ölçümler kullanılarak, 70-300 W esaslı metal halide deşarj lambaları için endüktans, akım, güç katsayısı ve maksimum ışık şiddeti tahminleri. ....	61
Çizelge 6.8. Regresyon yaklaşımında esas alınan 400 W metal halide ölçümleri. ....	62
Çizelge 6.9. Regresyon yaklaşımı ve 400 W metal halise esaslı ölçümler kullanılarak, 315-540 W esaslı metal halide deşarj lambaları için endüktans, akım, güç katsayısı ve maksimum ışık şiddeti tahminleri. ....	63
Çizelge 6.10. Regresyon yaklaşımında esas alınan 400 W sodyum buharlı ölçümleri. ....	64
Çizelge 6.11. Regresyon yaklaşımı ve 400 W sodyum buharlı esaslı ölçümler kullanılarak, 315-540 W esaslı sodyum buharlı deşarj lambaları için endüktans, akım, güç katsayısı ve maksimum ışık şiddeti tahminleri. ....	65

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
<b>Şekil 2.1.</b> Elektromanyetik ve görünür ışık spektrumu .....	5
<b>Şekil 2.2.</b> Işık şiddeti polar diyagramı .....	6
<b>Şekil 3.1.</b> İyonizasyon ve delinme.....	13
<b>Şekil 3.2.</b> Geissler tüpü.....	14
<b>Şekil 3.3.</b> Elektronik sınırlandırıcı yapı(elektronik balast).....	15
<b>Şekil 3.4.</b> Elektronik akım sınırlandırıcı balast yapı .....	16
<b>Şekil 3.5.</b> Farklı balast uygulamaları .....	17
<b>Şekil 3.6.</b> Farklı deşarj lamba grubu güçleri için üretilmiş elektromanyetik balastlar ...	18
<b>Şekil 3.7.</b> Elektromanyetik balastların iç yapıları .....	19
<b>Şekil 3.8.</b> “C” nüve kesit oran değişimi.....	20
<b>Şekil 3.9.</b> Nüve kesit alanı .....	20
<b>Şekil 3.10.</b> Nüve kesit alanı.....	21
<b>Şekil 4.1.</b> Deşarj lamba çeşitleri.....	22
<b>Şekil 4.2.</b> Cıva buharlı lamba ve iç yapısı .....	24
<b>Şekil 4.3.</b> Metal halide lamba ve iç yapısı .....	25
<b>Şekil 4.4.</b> Sodyum buharlı lamba ve iç yapısı.....	26
<b>Şekil 4.5.</b> Projektör tip deşarj lambaları bağlantı şeması.....	27
<b>Şekil 4.6.</b> İgnitör iç bağlantı şeması. ....	28
<b>Şekil 4.7.</b> Metal halide 150 W projektör lamba için akım, gerilim ve güç değişimi.....	31

<b>Şekil 5.1.</b> Basit doğrusal regresyon doğrusu.....	36
<b>Şekil 5.2.</b> Gerçek ve tahmin edilen regresyon doğruları.....	37
<b>Şekil 5.3.</b> Sıfır ve ortalamalar orijinlerine göre regresyon doğruları.....	39
<b>Şekil 6.1.</b> Uygulamaların gerçekleştirildiği deney platformu .....	45
<b>Şekil 6.2.</b> Işık şiddeti ( $I_{CD}$ ) ölçümü.....	45
<b>Şekil 6.3.</b> Uygulamalarda kullanılan ışık ve sıcaklık ölçerler. ....	47
<b>Şekil 6.4.</b> Uygulamalarda kullanılan güç analizörü.....	47
<b>Şekil 6.5.</b> 250 W Esaslı metal halide A lambası uyumluluk grafiği. ....	50
<b>Şekil 6.6.</b> 250 W Esaslı metal halide B lambası uyumluluk grafiği. ....	51
<b>Şekil 6.7.</b> 250 W Esaslı metal halide C lambası uyumluluk grafiği. ....	52
<b>Şekil 6.8.</b> 250 W Esaslı metal halide D lambası uyumluluk grafiği. ....	53
<b>Şekil 6.9.</b> 400 W Esaslı metal halide A lambası uyumluluk grafiği. ....	54
<b>Şekil 6.10.</b> 400 W Esaslı metal halide B lambası uyumluluk grafiği. ....	55
<b>Şekil 6.11.</b> 400 W Esaslı metal halide C lambası uyumluluk grafiği. ....	56
<b>Şekil 6.12.</b> 400 W Esaslı sodyum buharlı A lambası uyumluluk grafiği. ....	57
<b>Şekil 6.13.</b> 400 W Esaslı sodyum buharlı B lambası uyumluluk grafiği. ....	58
<b>Şekil 6.14.</b> 400 W Esaslı sodyum buharlı C lambası uyumluluk grafiği. ....	59
<b>Şekil 6.15.</b> Regresyon yaklaşımı ile elde edilen değerler için metal halide, 70-300 W aralığında $I(cd)=f(P)$ değişim grafiği. ....	62
<b>Şekil 6.16.</b> Regresyon yaklaşımı ile elde edilen değerler için metal halide, 310-540 W aralığında $I(cd)=f(P)$ değişim grafiği. ....	64
<b>Şekil 6.17.</b> Regresyon yaklaşımı ile elde edilen değerler için sodyum buharlı, 310-540 W aralığında $I(cd)=f(P)$ değişim grafiği. ....	66

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

U	: Gerilim (Volt, V)
I	: Akım (Amper, A)
P	: Aktif Güç (Watt)
$\cos \varphi$	: Güç Katsayısı
E	: Aydınlik şiddeti (Lüks, Lx)
$\Phi$	: Işık akısı (Lümen, Lm)
$I_C$	: Işık şiddeti (Candela, Cd)
$L_V$	: Parıltı (Nit)
E	: Elektrik alanı (V/m)
H	: Verim (etkinlik) (Lm/W)
C	: Kapasitör (Farad, F)
$X_L$	: Reaktans (Ohm, $\Omega$ )
$S_{VA}$	: Görünür güç (VA)
J	: Akım yoğunluğu ( $A/mm^2$ )
$\Delta U$	: Gerilim düşümü (Volt, V)
N	: Siper sayısı
$S_{FE}$	: Tel kesiti ( $mm^2$ )
N	: Lamba gerilim oranı ( $U_L/U$ )
L	: Endüktans (Henry, H)
$Z_L$	: Lamba devresi empedansı (Ohm, $\Omega$ )

## 1 GİRİŞ

Uygulamada birçok lamba türü mevcut olmasına rağmen, elektrikte ışık akısı elde etmek için temelde üç yol gereklidir. Bunlardan ilki, büyük miktarda ısı enerjisinin yoğunlaştırılması sonucu, flamanlarının kor haline gelmesi ile ışık sağlayan enkandesan esaslı lambalardır. Enkandesan lambalar, lamba gücünün tamamen rezistans direncinden kaynaklanmasından dolayı omik yük olarak kabul edilirler. Işık verimleri düşük olmasına rağmen, ucuz ve montaj işçiliklerinin kolaylığı sebebiyle, özellikle fazla aydınlık şiddeti istenmediğinde ve sık aç/kapa durumu gerektiğinde tercih edilirler. Özellikle sık aç/kapa durumunda diğer lamba türlerinde arıza riskinin artması, bu tercihi daha da zorunlu kılmaktadır.

Bu lamba gruplarından ikincisi, elektronik esaslı lambalar olup, kısaca elektrolüminesant lambalar olarak da adlandırılırlar. Günümüzde geliştirilme süreci hızla devam eden LED yapılar, Yarı iletken tüpler vb. bu grupta değerlendirilirler.

Üçüncü ve son lamba grubu, ise yalıtkan gaz ortamına gerilim uygulayarak, yalıtkan ortamın delinmeye çalışıldığı, fakat bu işlemin akım sınırlandırıcı balastlar tarafından iyonizasyon (deşarj) aşamasında tutulduğudeşarj lambalarıdır. Flüoresan, kompakt flüoresan, cıva buharlı, sodyum buharlı, metal buharlı, neon v. b. lambalar yapı ve çalışma karakteristikleri açısından farklılıklar gösterebilirler de, her biri gerçekte birdeşarj lambasıdır. Flüoresan lambaları da,deşarj tüpü esaslı lambalar olmakla beraber, ateşleme ve sürekli çalışma karakteristiklikleri, gazdeşarjlı lambalardan farklı olduğundan bu çalışma kapsamında ele alınmamışlardır.

Çalışma kapsamında, dış aydınlatmada yoğun olarak kullanılan gazdeşarjlı lambalar, yani cıva buharlı, sodyum buharlı ve metal buharlı lambaların balast uyumluluk analizleri, deneysel uygulamalar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen deneysel uygulama ve analizlerde,deşarj lambalarında kullanılan balastların lambalar üzerinde oluşturdukları; uyumlulukları, ışık etkinlikleri ve güç parametreleri ele alınmıştır. Ele alınan pozitif uyumsuzluk sorunları ile gerektiğinden fazla güç çekilmesinin oluşturduğu olumsuzluklar üzerinde durulmuştur. Deşarj lambaları ile uyumsuz olan balastların negatif uyumsuzluk gösterdikleri durumlarda ise, şebekeden gerektiği kadar güç transferi yapılamadığı durumlar ele alınmıştır.

Çalışmada, lamba-balast uyumluluğunun alt ve üst kriterlerinin belirlenmesine yönelik olarak çalışmalar gerçekleştirilerek, belirtilen olumsuzlukların elimine edilerek gaz deşarj lambalarının verimli kullanımlarına yönelik bilinç oluşturulması hedeflenmiştir. Elektriksel aydınlatma kalitesinin artırılmasına yönelik bu çalışma, aydınlatma ürünü tedarikçilerinden bağımsız olarak gerçekleştirilerek tarafsızlık hedeflenmiştir.

### 1.1 Literatür Çalışması

Deşarj lambalarında lamba-balast uyumluluğu üzerine geniş ölçekli çalışmaya rastlanılamamış olsa da, Yunfen Ji ve arkadaşları tarafından 1999 yılında yayınlanan “Compatibility testing of fluorescent lamp and ballast systems” adlı makale flüoresan lambalar için balast-lamba uyumunu açıklamaktadır.

Shvartsas, M ve arkadaşları tarafından 1999’da yayınlanan “A SPICE compatible model of high intensity discharge lamps” adlı makale ise deşarj lamblarında balast-lamba uyumuna kısmen değinmektedir.

Onat(Saygı), Hatice tarafından 2000’de hazırlanan “Elektronik balastlı flüoresan lambaların tekno-ekonomik bakımdan incelenmesi” adlı yüksek lisans tezinde ise flüoresan aydınlatma sistemleri ve elektronik balastlar, manyetik balastlarla karşılaştırarak tekno-ekonomik olarak analiz edilmiştir.

J Zhou, ve arkadaşları tarafından 2002’de yayınlanan “High power density electronic ballast for HID lamps” ve W Yan ve arkadaşları tarafından 2001’de yayınlanan “Stability study and control methods for small-wattage high-intensity-discharge (HID) lamps” adlı makalelerde deşarj lambalarında, lamba-elektronik balast uyumluluğuna değinilmektedir.

Yine W. W. Byszewski ve arkadaşları tarafından 1996’da yayınlanan “Advances in starting high-intensity discharge lamps” adlı makale, Levin, Robert E tarafından 1971’de yayınlanan “High-Intensity Discharge Lamps and Their Environment” adlı makale, G. G. Lister ve arkadaşları tarafından 2004’te yayınlanan “The physics of discharge lamps” adlı makale, Garcia, J. G. ve arkadaşları tarafından 2007’de yayınlanan “Series Igniters Effects in Metal Halide Lamps Operation With High



Frequency Ballasts: Study and Minimization” adlı makale, R. J. Zollweg ve arkadaşları tarafından 1975’te yayınlanan “An Ultra High Efficacy (UHE) HID Lamp” adlı makale, Dorr, D. S. ve arkadaşları tarafından 1997’de yayınlanan “Effects of power line voltage variations on different types of 400-W high-pressure sodium ballasts” adlı makale ve W W Stoffels ve arkadaşları tarafından 2006’da yayınlanan “Definition of a high intensity metal halide discharge reference lamp” adlı makalelerde deşarj lambaları ve balast uyumluluğundan kısmen bahsedilmektedir.

Benzer şekilde, İmal N tarafından 2007’de yayınlanan “Deşarj Lambalarında Balast Seçiminin Önemi ve Cıva Buharlı Lambalarda Etkileri” adlı bildiri konuya en yakın çalışma olup, sadece cıva buharlı lambalar için yapıldığından dar kapsamlıdır.

## **1.2 Çalışmanın Kapsamı**

Çalışmada, gaz deşarjlı lamba-balast uyumluluğunun alt ve üst kriterlerinin belirlenmesine yönelik olarak, cıva buharlı, sodyum buharlı ve metal buharlı lambaların balast uyumluluk analizleri deneysel uygulamalarla gerçekleştirilerek, elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Elde edilen veriler ayrıca, regresyon yaklaşımı ile değerlendirilerek, standart güç değerleri dışında karşılaşılabilen ya da üretilebilen özel amaçlı deşarj lambaları için, balast uyumluluğu uygulama modelleri gerçekleştirilmiştir.

## **1.3 Çalışmanın Yöntemi**

Gerçekleştirilen çalışmada, kullanılan veriler deneysel uygulamalar ile elde edilmiş sonuçlardır. Bu amaçla, proje kapsamında alınmış olan, 250 W ve 400 W güç değerlerindeki farklı yapı ve markadaki deşarj lambaları ile farklı yapı ve markadaki balastlar için kendi gruplar aralarındaki uyumluluk analizlerine yönelik deneysel uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu deneylerde, özellikle birbirleriyle uyumsuz olacak karşılaştırmalar amaçlanmamış olmakla beraber, en uyumsuz karşılaştırmalarda bile, balast ve lamba etiketleri bakımından gerçekleştirilen montajın sorunsuz algılanabildiği üzerinde durulmuştur.

Deneysel çalışmalarda elde edilen; akım, güç, ışık Şiddeti, endüktans ve deşarj tüpü sıcaklığı değerleri ile gerçekleştirilen balast-lamba karşılaştırma uygulaması için matrissel formlar oluşturulmuştur. Bu matrissel formlar kullanılarak uyumluluk analizlerinin daha gerçekçi olması gerçekleştirildiği gibi, regresyon yaklaşımı ile değerlendirilerek, farklı g değerlerindeki deşarj lambaları için, balast uyumluluğu uygulama modellemeleri sağlanmıştır.

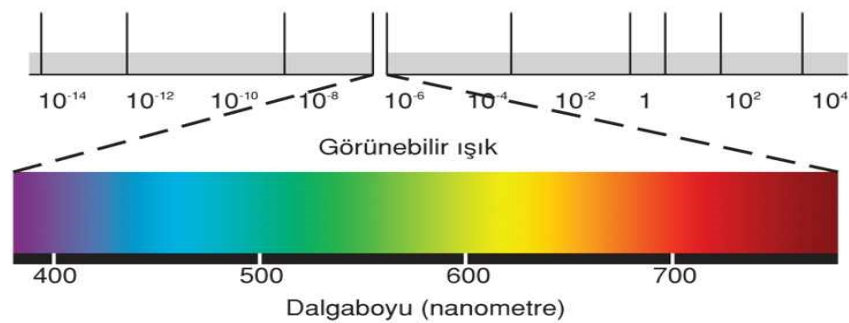
## 2 AYDINLATMA İLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

### 2.1 Işık

Işık, dalga teorisine göre elektromanyetik ışın (radyasyon) enerjisinin gözle görülebilen şekli olup, parçacık teorisine göre foton denilen parçacıklardan oluşan bir yapıdır. Başka bir deyişle ışık hem dalga, hem de parçacık özelliği gösterir. Buna göre ışık, bir hıza, frekansa ve dalga boyuna sahiptir. (Ünal, 2009)

### 2.2 Renk

Farklı dalga boylarındaki ışığın insan beyni tarafından algılanma şekline renk denir. İnsan gözü, ışığın sadece dalga boyu 380 nm ile 780 nm arasındaki kısmını renk olarak algılayabilmektedir (Şekil 2. 1). (Ünal, 2009)



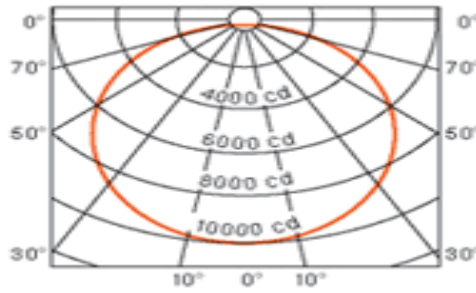
**Şekil 2.1.** Elektromanyetik ve görünür ışık spektrumu (<http://www.broadcasterinfo.net/52/makale/4-grnt/22-goruntu.html>, 2014)

### 2.3 Işık Akısı

Işık kaynaklarından salınan enerjinin tamamı ışıyan enerjiye dönüşmediğinden bir kısmı ısıya dönüşür, bir kısmı kayba uğrar, geriye kalan da ışıyan enerjiye dönüşür. Bu ışıyan enerjinin de insan gözüne etkiyen kısmına ışık akısı denir. Işık akısı  $\Phi$  ile gösterilir ve birimi lümen dir, kısaca lm ile gösterilir.

### 2.4 Işık Şiddeti

Bir ışık kaynağının birim zamanda yaydığı ışık enerjisine ışık şiddeti denir.  $I_{CD}$  ile gösterilir ve birimi kandela (Cd)'dır. Şekil 2.2'de ışık şiddeti diyagramı gösterilmiştir.



**Şekil 2. 2.** Işık şiddeti polar diyagramı. ([http://sylvaniaautomotivecatalog.wbdev.com/images/uminous\\_intensityI.gif](http://sylvaniaautomotivecatalog.wbdev.com/images/uminous_intensityI.gif), 2014)

## 2.5 Işık Miktarı

Belirli bir etki süresi için bir ışık kaynağından çıkan toplam ışık akısına ışık miktarı denir.  $Q$  ile gösterilir ve birimi  $\text{lm}\cdot\text{sn}$ .ya da  $\text{lm}\cdot\text{saat}$ 'dir. (Ünal, 2009)

$$Q = \int \Phi(t).dt \quad (\text{E.2.1})$$

## 2.6 Aydınlık Şiddeti

Birim yüzeye düşen toplam ışık akısına o yüzeyin aydınlık şiddeti denir.  $E$  ile gösterilir ve birimi lüx (lx)'tür.  $\text{Lm}/\text{m}^2$  olarak da ifade edilebilir. 1 Lm değerindeki ışık akısının  $1\text{m}^2$  yüzeye eşit olarak düşmesi durumunda 1lx aydınlık şiddeti değeri elde edilmiş olur. (Ünal, 2009)

Çizelge 2.1'de bazı mekanlar için ortalama aydınlık şiddeti tablo olarak verilmiştir.

**Çizelge 2. 1.** Bazı mekanlar için ortalama aydınlık şiddeti.

Mekan Tipi	Aydınlık Şiddeti (Lx)
Sınıflar	500
Laboratuvarlar	500
Süpermarketler	750
Mağazalar	300
Merdivenler	100

## 2.7 Parıltı

Bir ışık kaynağından birim zamanda birim yüzeye düşen ışık enerjisine parıltı denir. L ile gösterilir ve birimi  $\text{Cd/m}^2$  'dir. Birim olarak ayrıca Nit ve Stilb terimleri de kullanılır. (Ünal, 2009)

## 2.8 Etkinlik Faktörü (ışıksal verim)

Etkinlik faktörü ya da diğer isimleriyle ışıksal verim veya aydınlatma verimi, bir ışık kaynağının 1 watt harcayarak meydana getirdiği ışık akısı değeri olarak açıklanabilir. Birimi lümen/watt ( $\text{lm/W}$ ) 'tır ve  $\eta$  simgesi ile gösterilir. Etkinlik faktörü, bir ışık kaynağının ürettiği görünür ışığın ne derece olduğunu gösteren fiziksel bir niceliktir ve ışık akısının güce oranı olarak tanımlanır. Her ışık kaynağı ışımaya şekli ve yapısına göre farklı ışıksal verime sahip olmakla birlikte, dış ortam ısısı, balast özellikleri, şebeke geriliminde değişiklikler ve kullanım süresi gibi parametreler, etkinlik faktöründe değişimlere sebep olabilirler.

## 2.9 Lamba Ömrü

Aydınlatma amacı ile kullanılan lambalarda, standart işletme koşullarında lambanın ortalama kaç saat kullanılacağı lamba ömrü olarak belirlenir ve üretici tarafından belirtilir. Bu konuda lambanın ilk 100 saatlik ışık akısı değeri baz alınarak iki farklı yöntem kullanılır.

Birinci yöntem, genellikle kısa ömürlü olan flamanlı lambalar için kullanılır ve lamba grubunun %50'si sönmüye kadar geçen süre olarak verilir.

İkinci yöntem ise deşarj lambalarının ortalama kullanım sürelerini tespit etme amacı ile kullanılır ve lamba grubunun yayınlanan ışık akısının %70 değerine düşmesine kadar geçen süre olarak belirlenir. (Ünal, 2009)

Lamba ömürleri, şebeke gerilimlerindeki dalgalanma, toz-nem-sıcaklık gibi çevre koşulları, açma-kapama periyodu ile lamba ile birlikte kullanılan aydınlatma elemanlarının (starter, ignitör, balast vb. ) kalite ve özellikleri gibi etkilerle değişir.

Deşarj lambalarını da içine alan, tüm lamba türlerine ait, güç etkinlik ve ömür

verileri çizelge 2.2’de verilmektedir.

**Çizelge 2.2.** Lamba türlerine ait, güç etkinlik ve ömür verileri.

Tip		Güç (Watt)	Verim (Etkinlik) (Lümen/Watt)	Ömür (saat)
Enkandesan	Normal	15 – 1000	10 – 20	1000
	Halojen	20 – 2000	10 -25	1000 – 3000
Flüoresan	Tüp	6 -65	50 – 95	4000 – 7000
	Kompakt	9 -25	45 – 80	2000 – 3000
Led		1- 100	50 – 125	10000
Deşarj Lambaları	Cıva	50 – 1000	40 - 60	7000
	Yüksek Basınçlı Sodyum	50 – 1000	70 – 120	8000
	Metal Halide	400 – 2000	90-110	2000 – 6000
	Alçak Basınçlı Sodyum	8 – 180	100 – 200	6000

## 2.10 Renksel Geriverim ve Renk Sıcaklığı

Renksel geriverim, bir ışık kaynağının aydınlattığı cisimlerin, rengin türü ile ilgili görünüşleri üzerindeki etkisi olarak tanımlanabilir ve “renksel geriverim sınıfı” ve “CIE renksel geriverim endeksi; Ra” ile gösterilir. Işık kaynağının dalga boyuna göre yayımladığı ışık akısı büyüklüğünün tayfsal yoğunluğunu belirleyen tayfsal dağılım eğrisi, o ışık kaynağının renksel geriverim özelliğini belirler.

Renksel geriverim endeksi, ışık kaynaklarında ulaşılabilecek en yüksek değer Ra=100 olup bu değer küçüldükçe kaynağın renksel geriverim özellikleri kötüleşir (Çizelge 2.3). Renksel geriverimi yüksek olan ışık kaynaklarıyla yapılan aydınlatmada, nesnelerin gün ışığında sahip oldukları renkler ile ışık kaynağı altında göründükleri renkler arasındaki fark azalacaktır. (Ünal, 2009)

Renksel geriverim sınıflandırması Çizelge 2.3’te verilmiştir.

**Çizelge 2.3.** Renksel geriverim sınıflandırması.

RENKSEL GERİVERİM SINIFI		Ra
ÇOK İYİ	1A	$Ra > 90$
	1B	$80 < Ra < 90$
İYİ	2A	$70 < Ra < 80$
	2B	$60 < Ra < 70$
ORTA	3	$40 < Ra < 60$
KÖTÜ	4	$20 < Ra < 40$

Renk sıcaklığı; bir nesnenin gerçek sıcaklığı yerine renk sıcaklığı adı verilen bir sıcaklık konulduğunda, o sıcaklıktaki siyah cisim gibi ışık yaydığı sıcaklık olarak tanımlanır ve  $T_c$  ile gösterilir. Başka bir deyişle, bir ışık kaynağının renk sıcaklığı, kara cismin renginin, ışık kaynağının yayımladığı ışık ile aynı olduğu sıcaklığın Kelvin (K) cinsinden değeridir (Çizelge 2.4). (Ünal, 2009)

**Çizelge 2.4.** Işık kaynaklarına ait renksel geriverim ve renk sıcaklığı değerleri.

LAMBA TÜRÜ	Ra	$T_c$
AKKOR LAMBA	1A	2700
TUNGSTEN HALOJEN LAMBA	1A	3000
YB CİVA BUHARLI LAMBA	3	5500
METALİK HALOJENÜRLÜ LAMBA	1A-2	3000-6000
YB SODYUM BUHARLI LAMBA	1B-4	2000-3000

### 3 YALITKANLIK, İYONİZASYON VE SINIRLANDIRILMASI

#### 3.1 Yalıtkanlık

Elektriksel anlamda yalıtkanlık, elektrik akımının serbest olarak geçişine izin verilmemesi anlamında olup, serbest elektron sayısının altındaki maddeler yalıtkan sınıfında kabul edilir. Cam, kâğıt, teflon vb. maddeler yalıtkanlığı yüksek maddeler kapsamına girerler. Yalıtkanlar, elektriksel ekipmanlar arasında, elektrik akımlarının geçişini engellemek amacıyla sıklıkla kullanılırlar. Örneğin; kabloların PVC ve lastik kısımları, elektrik makinelerinin presbant yalıtkanları, elektrik cihazlarının dış yalıtkan muhafazaları vb. yalıtkanların, elektrik enerji sistemlerine kullanım biçimlerindedir.

Doğadaki maddeler iletkenler ve yalıtkanlar olarak gruplanabilir. Ancak her iletken maddenin belli düzeyde yalıtkan olması gibi, her yalıtkan maddede belli düzeyde iletkenlik vardır. Enerji iletiminde kullandığımız bakır ve alüminyum genel itibari ile iletkenliği oldukça yüksek elementlerdir. Buna rağmen enerjisi tam verimle iletmezler. Çünkü doğadaki her elementin yalıtkanlık direnci vardır. Örnek verilen bakır ve alüminyum maddelerinin bu dirençleri, üzerlerinden geçen akımın bir kısmının ısı olarak kaybedilmesine sebep olur.

Yalıtkan olarak kullandığımız maddelerde aynı sebepten yalıtkanlık direncinin üstüne çıkılan koşullarda iletken hale gelebilirler. Elektrik enerjisinin etki etmesi istenmeyen bölgeler yalıtkanlık direnci yüksek maddeler ile izole edilir. Örneğin; trafolarda SF<sub>6</sub> gazı ya da freon gazı ile yüksek gerilimin yalıtım ve ortaya çıkabilecek arkların söndürülmesi işlemleri yapılır.

Elektrik enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu yerden alçak olduğu yere elektron geçişini engellemek için kullanılan maddelere yalıtkan malzeme ya da dielektrik malzeme denir. Yalıtkan malzemenin kalitesi direnci ile doğru orantılıdır.

Yıldırım deşarjlarının gerçekleştiği atmosferik havanın direnci oldukça yüksek olduğundan normal şartlar altında, hava iyi bir yalıtkan olarak kabul edilir. Toz ve nemin yoğun olduğu atmosferik şartlar ise havanın yalıtkanlık direncini azaltarak, iyonlaşabilme yeteneği kazandırır.



Çizelge 3.1'de bazı maddelerin dielektrik sabitleri ve delinme gerilimleri verilmektedir.

**Çizelge 3.1.** Maddelerin dielektrik sabitleri ve delinme gerilimleri.

Madde	Dielektrik Sabitesi	Delinme Gerilimi (V/cm)	Madde	Dielektrik Sabitesi	Delinme Gerilimi
Hava	1	30.000	Kâğıt	2	160.000
Bakalit	5	240.000	Polistren	2-5	240.000
Cam	4-7	140.000	Porselen	4-8	40-100

"Yalıtkan" kavramının uluslararası terminolojideki karşılığı "dielektrik" veya "izolatör" şeklindedir. "İzolasyon" kavramı ısı ve diğer dış faktörler için de yaygın olarak kullanıldığından, elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanında genelde ilk tanım tercih edilir. İngilizce 'de elektrik akımını geçirmeme anlamında "non-conductor" terimi de kullanılabilir. Ayrıca elektrik akımı ile yalıtkan madde arasındaki mesafeye bağlı elektrostatik fonksiyonlar 1991'de Solmajer ve Mehler tarafından incelenmiştir.

### 3.1.1 Yalıtkan türleri

Yalıtkanlar, ait oldukları malzemelerin fiziksel özelliklerine göre katı, sıvı ve gaz yapılı olmak üzere üç temel grupta incelenebilir. Bunlara ilaveten, tabii, tabii organik ve ekolojik yalıtkanlar da sayılabilir. Katı yalıtkanlar, genellikle elektriksel yalıtım işlemlerinde kullanılan malzemelerdir. Sıvı yalıtkanların geniş bir kullanım alanı olmamakla beraber, transformatör soğutma yağı vb. uygulamalarda kullanılabilir. Gaz yalıtkanlar ise enerji iletim hatları, açık elektrik sistemleri gibi birçok kısımda, doğal yalıtkanımız hava olarak karşımıza çıkar.

Hava, iyi yalıtkan olarak kabul edilen maddelerden birisi olup birçok uygulamada yalıtkanlığı sağlayıcı olarak kullanılır. Kuru, tozlu, kirli ve nemli havanın yalıtkanlığı farklı değerlerde olabilir. Ölçümlerde bu değerlerin milyonlarca ohm'dan nem ve toz ile kilo ohm'lara kadar değişebildiği görülebilmektedir.

Yalıtkanlar, ait oldukları malzemelerin atomik özelliklerine göre de adlandırılabilirler. Yapısal özelliklerine göre adlandırılan, kâğıt, mermer, cam v. b. tüm yalıtkan maddeler bu tarz adlandırma içindedir. Burada özellikle, yalıtkan türlerinden çalışmamıza esas olan lambalarda kullanıldığı için, gaz yalıtkanlar üzerinde durulmuştur.

### 3.1.2 Yalıtkanlığın bozulması

Gerçekte, hiçbir yalıtkan ideal olmayıp, yalıtkanların tümü aşırı gerilime maruz kalmaları durumunda, yalıtkanlık özelliklerini kaybederler. Yalıtkanlık özelliğinin kaybedilmesi, direkt olarak gerçekleşmeyip aşamalı olarak gerçekleşen olaylar dizisidir. Bu olaylar dizisinin ilk aşaması, iyonizasyon olarak adlandırılırken son aşaması da delinme ve deşarj boşalması olarak gerçekleşir. Bazı durumlarda yalıtkanlığın bozularak iyonizasyon ve delinme meydana gelmesi bir arıza ve tahribat olsa da, yüksek gerilim ark boynuzları ve deşarj lambaları gibi faydalı kullanım alanları da mevcuttur.

## 3.2 İyonizasyon ve Delinme

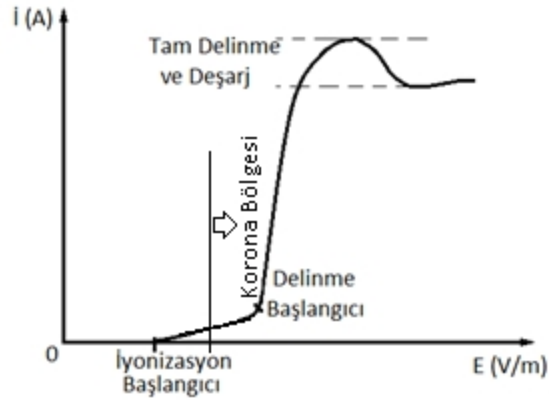
Madde, proton (+) ve elektron (-) adı verilen iki tür yüklü tanecikten meydana gelir. Maddenin atomlarını bir arada tutan bu tanecikler arasındaki çekim kuvvetidir. Farklı yüklerdeki cisimlerin birbirine yaklaşması veya dokunması gibi etkileşim durumlarında elektrostatik olaylar meydana gelir. Bu gibi durumlarda, farklı tür taneciklerin birbirini çekmesi prensibinden dolayı maddenin tanecikleri arasında bir kutuplaşma meydana gelir. Buna iyonizasyon denir.

İyonlaşma; maddeyi oluşturan moleküllerin ya da atomların son enerji seviyesinde yer alan ve çekirdek tarafından en az çekim kuvvetine maruz kalan atomun kopartılması ya da yapıya yeni bir elektron dâhil edilmesidir. İyonizasyon olarak adlandırılan bu durum, atom veya molekülün bir iyon haline gelmesiyle sonuçlanan işlemlerinin tamamında geçerlidir.

Taneciklerin birbirinden etkilenmesini önlemek için yalıtkan malzemeler kullanılır. Ancak iyonizasyon neticesinde oluşan elektrik alanı, yalıtkan malzemenin direncinin kritik eşik dayanımının üzerine çıktığında yalıtkan özelliğini yitirir ve

elektron akışına engel olamaz. Gerçekleşen iyonizasyon etkisi, herhangi bir önleyici etki tarafından sınırlanmazsa, iyonizasyon aşaması delinme olarak adlandırılan deşarj akımlarına dönüşür (Şekil 3.1). Kullanılan yalıtkan katı veya sıvı ise delinme olayından sonra, tahrip olduğunda tekrar kullanılamaz. Ancak yalıtkan malzeme gaz ise tekrar kullanılabilir.

İyonizasyon ve delinme olayına yıldırım deşarjları iyi bir örnek olup, iyonizasyon aşaması sınırlandırıcı bir etki olmadığı için, her zaman için delinme ile sonuçlanmaktadır.



Şekil 3.1. İyonizasyon ve delinme (<http://www.gelighting.com>, 2013).

### 3.2.1 İyonizasyonun sınırlanması

Şekil 3.1'den de görüleceği üzere, iyonizasyon sınırlanmadığında, gerilimin dolayısıyla elektriksel alanın yeterli büyükte olması şartıyla delinme ve deşarj akımları ortaya çıkar. Gerçekleşen yalıtkan bozulması, çoğu kez iyonizasyon aşamasında sınırlanarak sonraki aşamalar gerçekleşemez. Yalıtkanın yeterince bozulabildiği, fakat delinme aşamasının oluşmadığı bazı durumlarda ise korona kayıpları görülebilir. Korona kayıpları, bir ışık şelalesi şeklinde oluştuğu gibi, bu arkı atmosfere açık oksijenli ortamda gerçekleştirdiği için, ses de çıkarır. Bu sesin en yoğun olarak hissedildiği deşarj olayları yıldırım deşarjlarıdır.

### 3.2.2 Deşarj lambası

Atomik serbest elektron yapısının dayanabileceğinden daha fazla gerilime maruz kalan bir yalıtkan yapı iyonize olmaya başlar. Bu iyonize olma durumu yeterli büyüklüğe ulaştığında korona ışması gerçekleşmeye başlar. Normal şartlarda, gerilim dolayısıyla elektriksel alanın, bu korona ışmasını delinme aşamasına götürüp götürmeyeceği oldukça kaotik bir durumdur. Sıcaklık ve diğer kimyasal değişimler bu kaotik yapıyı daha da karmaşık hale getirir. (Philips, 2000)

Korona aşamasında gerçekleşen bu ışımadan fiziksel olarak yararlanılarak lambalar üretilebilir. İyonizasyon akımını sınırlandırarak korona etkisinden yararlanılarak ışık üreten lambalar, genel olarak deşarj lambaları olarak adlandırılır. Deşarj lambalarında gerçekleşen korona olayının, diğer yüksek gerilim deşarjlarından farkı oksijensiz, ortamda gerçekleşmesidir. Böylece, yalıtkan asal gazda oluşan iyonizasyon ve korona ışması, daha sessiz ve zararsız hale dönüştüğü gibi, bu yöntemle ışık akısı üreten lambanın uzun süreli kullanımı mümkün olur. Şekil 3.2’de Alman Fizikçi Heinrich Geissler tarafından ilk olarak 1857 yılında test edilen deşarj tüpü uygulaması olan “Geissler Tüpü” görülmektedir.

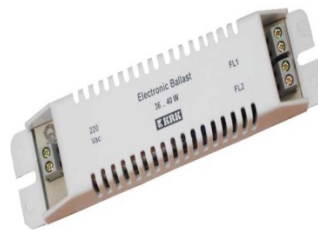
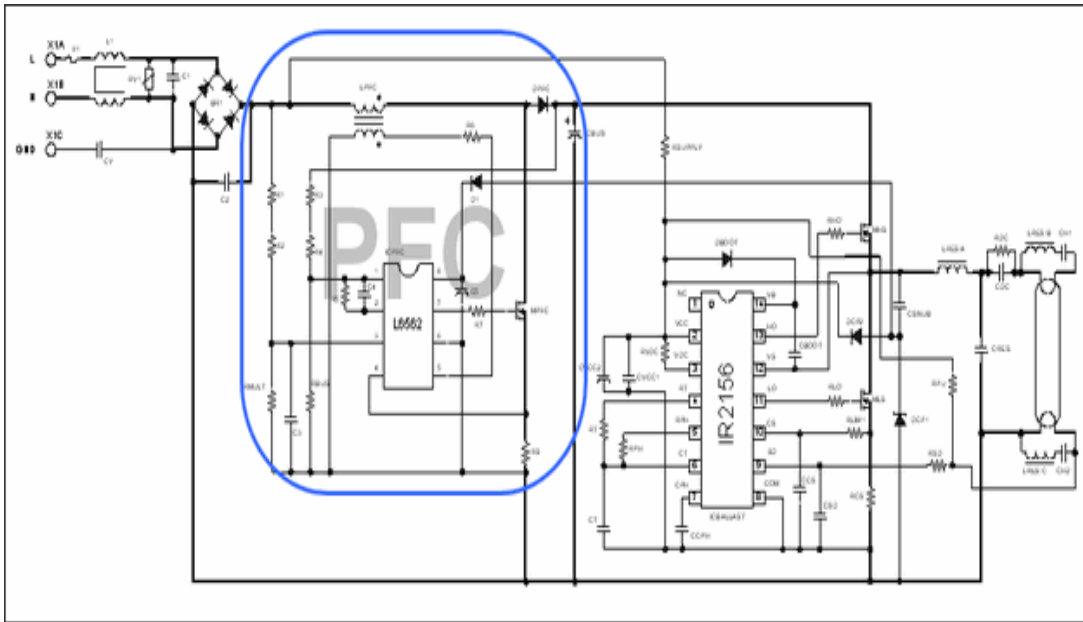


**Şekil 3.2.** Geissler tüpü. ([http://www.daviddarling.info/encyclopedia/G/Geissler\\_tube.html](http://www.daviddarling.info/encyclopedia/G/Geissler_tube.html), 2014)

Bir deşarj lambasında iyonizasyon akımları, ışıma aşamasında aşağıdaki yöntemlerle sınırlandırılır:

**Dirençler:** Deşarj lambasının yeterli ışık akısını verdiği ortamda, üzerine almış olduğu gerilim ile iyonizasyon akımının delinme aşamasına ulaşmasını engeller. Bu engelleme işlemini ekstra kayıplar ile gerçekleştirdiğinden ısınmaya karşı dayanıklı yapıda olmalıdırlar.

**Elektronik yöntemler:** Sınırlanmış akım elde edilebilmesi için, gerilimi sınırlandırabilen elektronik yapılar ile deşarj lambasının yeterli ışık akısını verdiği akım değerinde kalması sağlanır. Bu tür yapılar elektronik balast olarak da adlandırılmakta olup, bir örneği Şekil 3.3’de görülmektedir.



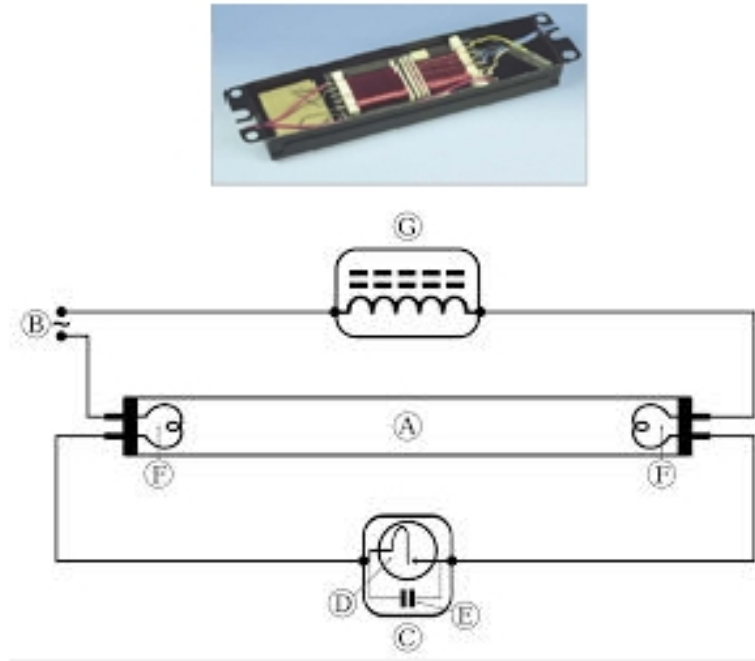
**Şekil 3. 3.** Elektronik sınırlandırıcı yapı (elektronik balast) (<http://320volt.com/international-rectifier-elektronik-balast-tasarim-programi>, 2014).

**Elektromanyetik yöntemler (Balastlar):** Deşarj lambasının yeterli ışık akısını verdiği ortamda, iyonizasyon akımının delinme aşamasına ulaşmasını engellemek amacıyla

çoğunlukla elektromanyetik yapılar tercih edilir. Bu elektromanyetik yapılar balast olarak adlandırılmakta olup, diğer sınırlandırıcı yöntemlere göre:

- Ekonomik olmaları,
- Yüksek güçlerdeki deşarj lambaları için rahatlıkla kullanılabilmeleri,
- Uzun yıllar arızasız olarak kullanılabildiklerinden güvenilir olmaları,

nedenleri ile çok daha fazla tercih edilirler. Şekil 3.4'te elektromanyetik akım sınırlandırıcı balast yapı görülmektedir.



Şekil 3.4. Elektromanyetik akım sınırlandırıcı balast yapısı.

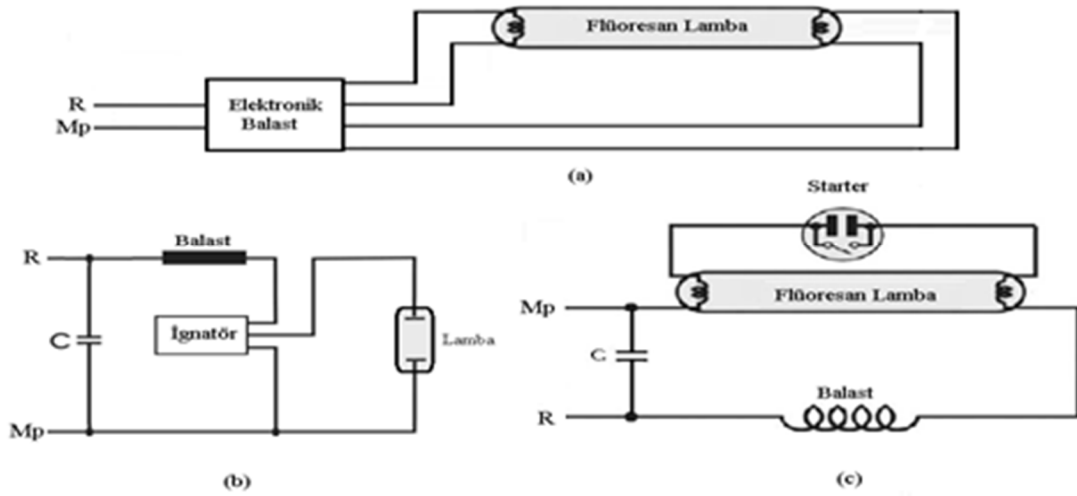
### 3.3 Balast Yapıların Görevleri

Deşarj lambalarının tümü, ilk çalışmaya başlama ve sonrasında iyonizasyon akımının kontrolü için balasta ihtiyaç duyarlar. Deşarj lambalarında balastlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Lamba üzerinden geçen akımı, dizaynında olan değerde sınırlandırır.
- Lambanın ateşlemesi sonrası, akım sınırlanmış olduğundan, ignitör ve starter yardımcı elemanlarının tekrar devreye girmesini önler

- Şebeke geriliminde bir düşüş sağlayarak, istenilen lamba geriliminde istenilen lamba akımının geçmesini sağlar.
- Güç faktörünün düzeltilmesini sağlar.
- Lamba tarafından yayılan elektromanyetik parazitleri zayıflatır.

Şekil 3.5'te farklı balast uygulamalarına ait devre şemaları görülmektedir.



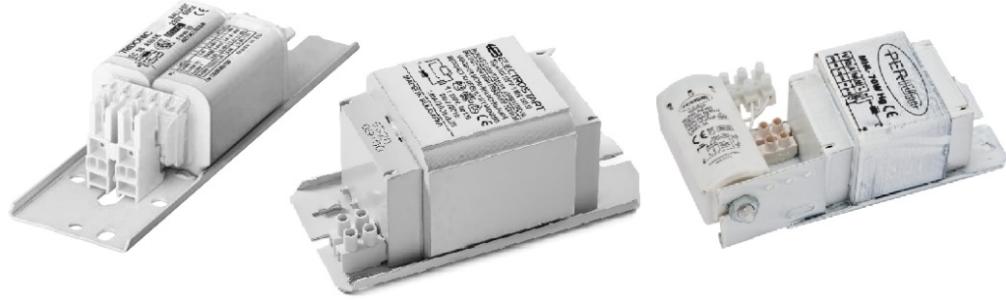
**Şekil 3. 5.** Farklı balast uygulamaları: a) Flüoresan lamba ve elektronik balast b)Deşarj lambası (cıva – sodyum buharlı – metal halide), c) Flüoresan lamba ve manyetik balast.

Balastlar, deşarj lambaları için akım sınırlandırma işlemlerini elektriksel özellikleri ile gerçekleştirirler. Bu çalışmada, flüoresan lambalar ve elektronik balastlar üzerine uygulamalar ve analizler gerçekleştirilmediği için, bu aşamadan sonra cıva – sodyum buharlı – metal halide türü, projektör tip deşarj lambaları ile birlikte kullanılan balast yapılar ve elektriksel özellikleri dikkate alınacaktır.

### 3.3.1 Elektromanyetik balastlar

Elektromanyetik balastlar, deşarj akımını büyük ölçüde endüktif reaktansları ile sağlayan elektromanyetik bobinlerdir. Sanal eksende oluşan  $X_L$  reaktansı ile iyonizasyon akımının sınırlandırılması balast kayıplarına yol açmazken, balast yapının küçük de olsa bir omik dirence sahip olması bir miktar kayıp oluşturur.

Elektromanyetik balast yapının güç katsayısı, bu kaybı belirleyen ana faktördür. Bir balast yapıda, omik direncin toplam balast empedansına oranı, balastın üretildiği lamba grubu gücüne göre % 1 ile % 15' arasında değişebildiği deneysel uygulamalarla gerçekleşmiştir. Bu değer, balastın üretildiği lamba grubu gücü ile ters orantılı olup, aynı zamanda balast yapının kalitesine bağlı olarak oluşur. Şekil 3.6'da farklı deşarj lamba grubu güçleri için üretilmiş elektromanyetik balastlar görülmektedir.



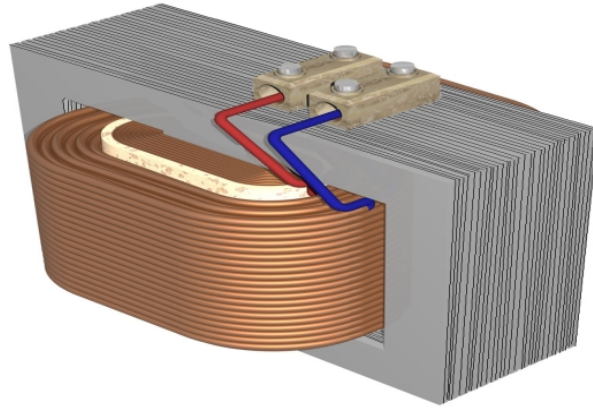
**Şekil 3.6** Farklı deşarj lamba grubu güçleri için üretilmiş elektromanyetik balastlar.

### 3.3.2 Elektromanyetik balastların yapısal özellikleri

Elektromanyetik balastların iç yapıları, Şekil 3.7'de görüldüğü gibi transformatöre benzerler. Farkları ise tek bobine sahip olmaları olup, bazı modellerde farklı güç ve gerilimler için kademeli uç yapıları olabilir. Elektromanyetik balastlar gerçekte elektromanyetik bir bobin olup, sac nüve ile ferromanyetik özellikleri dolayısıyla endüktansları artırılmıştır. Ayrıca transformatörlerde olduğu gibi, sacların birer yüzü, silisyumla manyetik olarak yalıtılarak verimliliklerinde artış sağlanır. Elektromanyetik balast yapının kalitesini ve verimliliğini belirleyen nüvenin manyetik akı geçirebilme yeteneğidir. Nüve dolayısıyla nüveyi oluşturan saclar, ne kadar yüksek manyetik akı yoğunluğunda çalışabilme özelliğine sahip olabilirlerse; balastın endüktans değeri o derece yükseldiği gibi, balast kayıpları da azalacaktır.

Balastların sarımında kullanılan iletkenler ise, çoğunlukla emaye izoleli bakır yapıda olup, böylece balasta daha yüksek sıcaklıklarda çalışabilme özelliği kazandırır. Emaye yapı iyi bir yalıtkan olduğu gibi, balast yapının daha küçük yapıda olmasına da yardımcı olur.





Şekil 3.7. Elektromanyetik balastların iç yapıları.

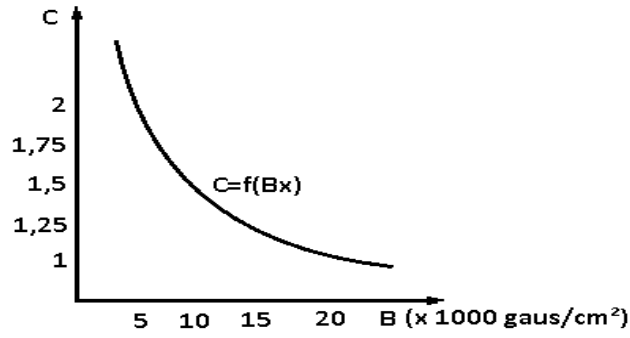
### 3.3.3 Elektromanyetik balastların nüve ve sarım hesaplaması

Elektromanyetik balastların hesaplamasında nüve kesitinin ve sarımda kullanılacak iletken tel kesitinin bulunması esastır. Nüve kesiti hesaplanırken balast üzerinde düşen gücün dikkate alınması gerekir. Balastlar 0,5 ve altı güç katsayılarında çalışan elemanlar olduğu için, üzerinde düşen aktif güç değeri yerine görünür güç değerlerinin dikkate alınması gerekir. E.3.1 de elde edilen görünür güç  $S_{VA}$  kullanılarak E.3.2'deki gibi balast nüve kesiti bulunabilir.

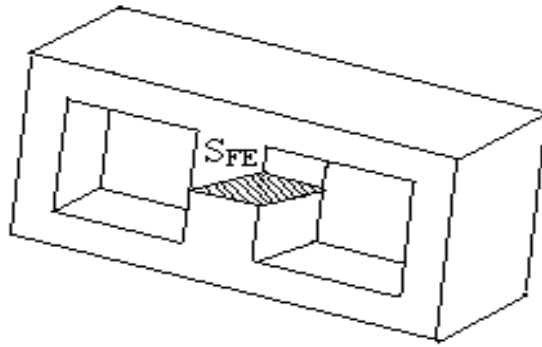
$$S_{VA} = \frac{P}{\cos \varphi} \quad (E.3.1)$$

$$S_{FE} = C \cdot \sqrt{S_{VA}} \quad (E.3.2)$$

C nüve kesit oranı, nüveyi oluşturan sac kalitesine bağlı bir katsayı olup, Şekil 3.8'deki grafik yardımıyla belirlenebilir. Belirlenen kesit oranına göre  $S_{FE}$  nüve kesit alanı şekil 3.9'daki gibi belirlenebilir.



Şekil 3.8. C nüve kesit oranı değişimi.



Şekil 3.9. Nüve kesit alanı.

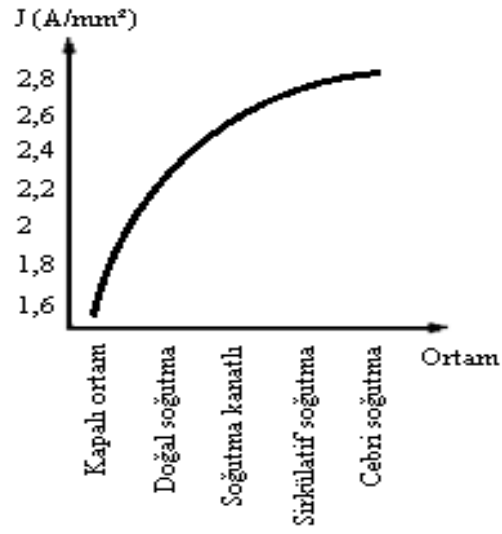
Nüve kesit oranı belirlenen bir elektromanyetik balastın sarımında kullanılan iletken tel kesitinin bulunması için E.3.3 ve E.3.4 eşitlikleri kullanılır:

$$I = \frac{S_{VA}}{U} \dots A \quad (E.3.3)$$

$$S_{CU} = \frac{I}{J} \dots \text{mm}^2 \quad (E.3.4)$$

$$N = \frac{\Delta U}{4,44 \times B \times S_{FE}} \times 10^8 \dots \text{Sipir} \quad (E.3.5)$$

Buradaki “J” değeri akım yoğunluğu olup, balastın soğutma yapısına göre Şekil 3.10’deki grafik yardımıyla belirlenebilir. İletken tel kesiti ve bu kesite bağlı tel çapı belirlendikten sonra, balast üzerinde gerçekleştirilecek sarım, E.3.5’deki sipir sayısı eşitliğine göre gerçekleştirilir. Buradaki  $\Delta U$  değeri, yüklü çalışmada balast üzerinde düşmesi öngörülen gerilim değeridir.

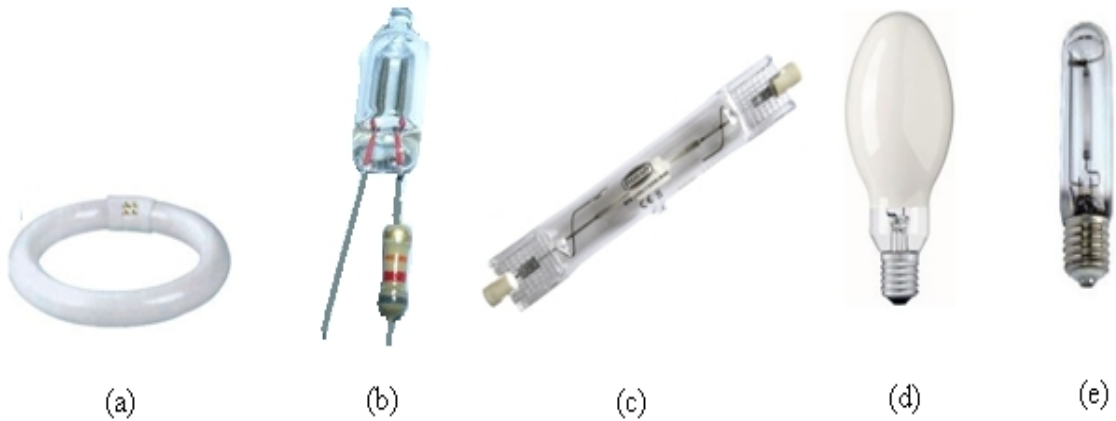


Şekil 3.10. Nüve kesit alanı.

## 4 DEŞARJ LAMBALARI VE BALASTLAR

### 4.1 Deşarj Lambaları

Deşarj lambaları kategorisi flüoresan, neon, metal halide, cıva ve sodyum buharlı lambaları içerisine alır (Şekil 4. 1). Bu grup lambalarda ışık, elektrik akımının elektrotlar arasında geçmesi ile elde edilir. Elektriksel bir potansiyelin cam tüp içerisindeki gaza uygulanması ile iyonizasyon meydana gelir ve lamba uçlarına yerleştirilmiş elektrotlar arasında bir deşarj akımı geçer. Bu deşarj öyle muazzam bir hıza ulaşır ki, elektrik akımı gaz atomları ile çarpıştığında ani olarak onların yapılarını değiştirir. Yapılarında değişiklik meydana gelen bu atomların, önceki normal yapılarına dönüşümleri esnasında çıkarmış oldukları enerji yardımıyla ışık üretilir.



**Şekil 4.1.** Deşarj lamba çeşitleri; (a) Flüoresan, (b) Neon (c) Metal halide, (d) Cıva buharlı, (e) Sodyum buharlı.

Elektrik deşarjlı ışık kaynakları içerisinde flüoresan lambalar en çok bilinen ve kullanılanıdır. 1933 yılında Chicago Fuarı'nda genel kullanıma takdiminden bu yana, birçok alanda enkandesan lambaların yerini almıştır. Flüoresan lambaların popüler olmasının sebeplerinden belki de en önemlisi, enkandesan lambalara nazaran yüksek etkinliğe sahip olmalarıdır. Örneğin 40 W'lık bir enkandesan lamba yaklaşık olarak 470 lümen ışık akısı (11, 75 Lm/W) vermesine rağmen, aynı elektriksel güce sahip bir

flüoresan lamba, son teknolojik gelişmelerle 3300 lümen ışık akısı (60 Lm/W) verebilmektedir. Bu güç etkinliği sadece mali açıdan bir kazanç olmayıp, enerji verimliliği açısından da çok yararlı olmaktadır.

Neon tip deşarj lambaları ise, daha çok sinyal ve reklam amaçlı renksel ışıklandırma uygulamalarında tercih edilen bir düşük ışık verimli lamba türü olup, aydınlatma amaçlı kullanılmazlar.

## **4.2 Projektör Tip Deşarj Lambaları**

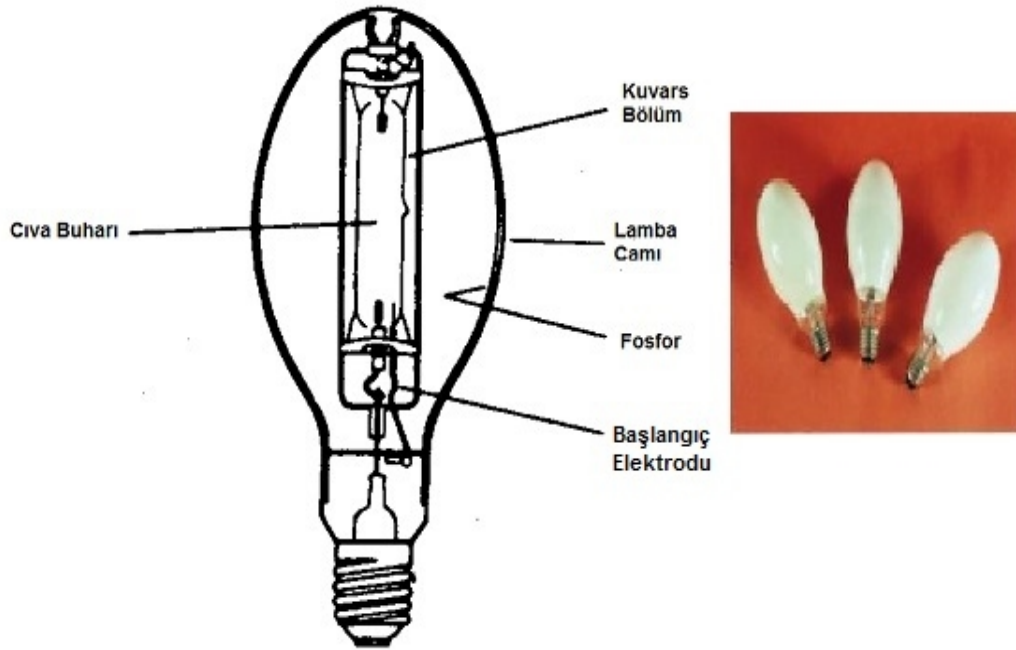
Projektör tip deşarj lambaları kategorisi, ışık akısının yoğun olarak küçük bir hacimdeki ark akımı ile sağlandığı metal halide, cıva ve sodyum buharlı lambaları içerisine alır. Bu lambaların ortak özellikleri, ilk ateşlemelerini müteakiben maksimum ışık akısı vermeye birkaç dakika içerisinde başlamaları ve çalışmakta iken elektriksel akımlarındaki bir kesinti durumunda, tekrar ışık vermeleri için ise, bu sürenin birkaç katına ihtiyaç duymalarıdır.

### **4.2.1 Cıva buharlı lambalar**

Bu tip lambalar geçmişte, çoğunlukla dış aydınlatma ve endüstriyel uygulamalar için kullanılmış olup, düşük renksel geri verim değerine sahiptirler. Dış aydınlatmada yaygın olarak kullanılmış cıva buharlı lambada üretilen ışık akısı, sarı ve yeşil renklerin baskınlığında, düşük oranda mor ve mavi renkleri içerir. Mavi ve yeşil ışık hemen hemen bütün renkleri olumsuz olarak etkilediğinden, renksel olumsuzluğun sakıncalarını azaltmak için dış lamba içi fosfor ile kaplanmıştır. (Conway, 1991)

Cıva buharlı lambalar, cam bir tüp içerisindeki yüksek basınçlı cıva buharından bir ark akımı geçirilmesi prensibiyle çalışmaktadır. Bütün deşarj lambalarında olduğu gibi cıva buharlı lambaların da ilk çalışmaya başlaması ve sonrasında da ark akımının kontrolü için balast kullanmak gereklidir. Cıva yoğunluklu deşarj lambalarının kullanımı, tüm gelişmiş dünya ülkelerinde olduğu gibi, ülkemizde de 2006 sonrası zehirli etkileri nedeniyle yasaklanmış olup, günümüzde çok az rastlanılan bir lamba türü olmuştur. Bu sakıncası ve kullanımdan kalkması nedeniyle, çalışmamızdaki uygulamalara dâhil edilmemiştir. (Flesch, 2006)

Şekil 4.2’de cıva buharlı lambalar ve bu lambaların iç yapısı görülmektedir.

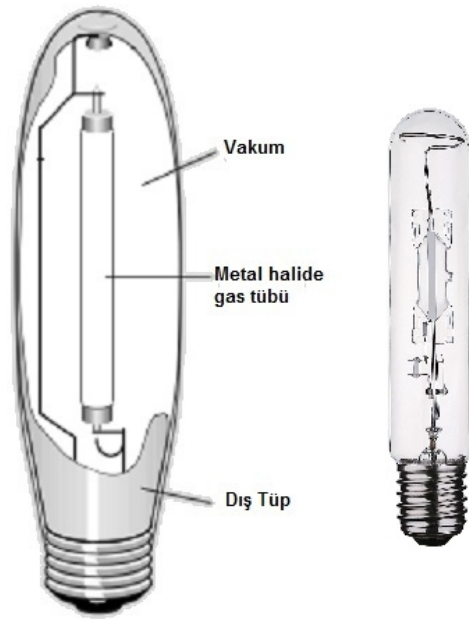


Şekil 4.2. Cıva buharlı lamba ve iç yapısı.

#### 4.2.2 Metal halide lambalar

Metal halide lamba temelde cıva buharlı bir lamba olup, ark tüpü içerisindeki cıva buharı ve argon gazına iyot bileşikleri ilave edilerek geliştirilmiştir. Bu iyot bileşikleri çinko, sodyum, talyum ve disprosyum gibi metalleri içerir. Bu tuzların ilavesi ile her ne kadar ışık akısı miktarında azalma meydana gelse de, temel cıva renklerinden daha iyi renklerin oluşumu sağlanır. Işığın büyük bölümü, metal buharı ve halojenür karışımının ışınımından oluşan yüksek yoğunlu boşalma ile sağlanır. Metalik halojenürlü lambaların boşalma tüpleri genelde saf kuvars’tan imal edilir. Metal halide lambalar yaklaşık olarak 85-115 lümen watt başına beyaz ışık sağlarlar. Lambaların rejime girmesi 3-5 dakika alır. Tekrar ateşleme için 5-15 dakikalık bir süre gerekir. Kullanım alanları olarak mağaza, vitrin ve müze aydınlatmaları, yüksekliği fazla olan ve üstü kısmen kapalı alanların aydınlatılması olarak sayılabilir. Metal halide lambaların sağladığı ışık, cıva buharlı lambaların sağladığı ışıktan çok daha iyi sağlıklı görüş şartları sağladığından, çoğu iç ve dış aydınlatma uygulamaları için uygundur.

Şekil 4.3’de metal halide lamba ve bu lambaların iç yapısı görülmektedir.



Şekil 4.3. Metal halide lamba ve iç yapısı.

#### 4.2.3 Sodyum buharlı lambalar

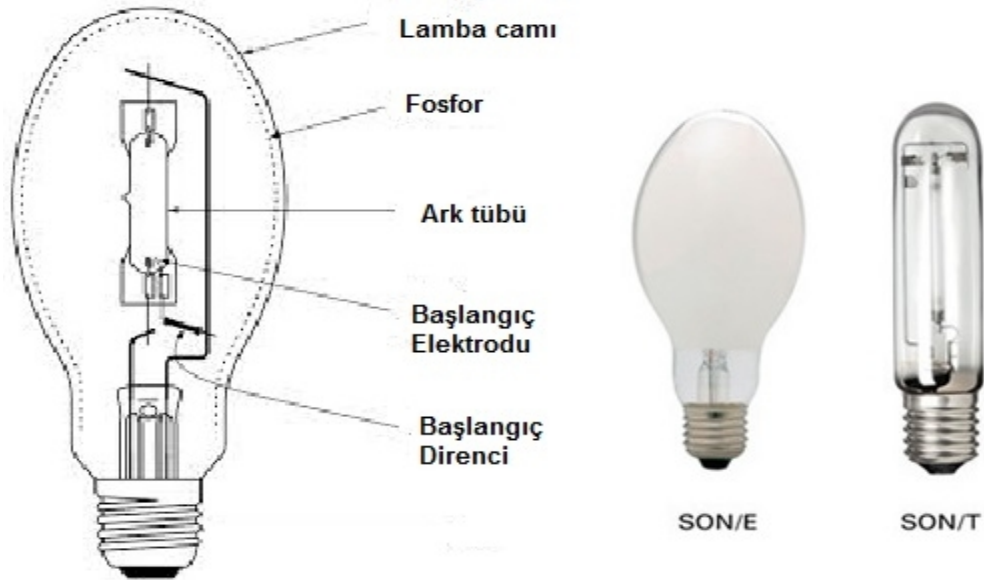
Sodyum buharlı lambalar, benzer görünümlü diğer deşarj lambaları ile aynı çalışma özelliklerine sahip olup, elektrotları arasında deşarj akımları geçişi sağlayan bir ark tüpüne sahiptir. Alçak basınçlı ve yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar olmak üzere 2 farklı türü olmakla beraber, günümüzde kullanılan türü yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalardır. Alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar, ışık etkinlikleri 200 Lm/W değerlerine ulaşabilmesine rağmen, ömürlerinin az olması, yönlendirilmiş aydınlatma için uygun olmamaları ve çok büyük armatür gerektirmeleri nedenleriyle uygulamadan kalkmışlardır.

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalarda seramik tüp, sodyumun daha yüksek sıcaklıklarda ve basınçlarda çalışabilmesini mümkün kılar. Sonuçta watt başına 100 ile 115 lümen'lik sıcak sarı renkli ışık akısı elde edilir. Bu lamba cadde ve genel dış aydınlatma uygulamaları için mükemmeldir. (Gordon, 2003)

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar; uzun ömür, yüksek değerde ışık akısı, yönlendirilebilir ışık akısı yoğunluğuna sahip olmaları ve çevre sıcaklıklarından

etkilenmemeleri gibi avantajlara sahip oldukları gibi; renksel geri verimi düşüklüğü, gerilim dalgalanmalarına karşı hassaslık, geç yanma süresi ve çok geç tekrar yanma süresi gibi dezavantajlara sahiptirler.

Şekil 4.4'te sodyum buharlı lamba ve bu lambaların iç yapısı görülmektedir.



Şekil 4.4. Sodyum buharlı lamba ve iç yapısı.

### 4.3 Balastlar ve Deşarj Lambaları

Projektör tip deşarj lambaları, günümüzde tüm türler için geçerli olmamakla birlikte 72 W'tan 3000 W'a kadar şeffaf ya da fosfor kaplı ampuller şeklinde çeşitli tip ve güçlerde üretilmektedir. Projektör tip deşarj lambalarının her türü, uygun ateşleme ve çalışma performansının sağlanması açısından kendisine özel olarak tasarlanmış bir balastı gerektirmektedir. Bu balastlar genellikle lamba dışında çalışacak şekilde tasarlanmışlardır. Bununla birlikte, ışık etkinlikleri daha az olan kendinden balastlı ve filaman tipi balastlara sahip projektör tip deşarj lambaları da mevcuttur.

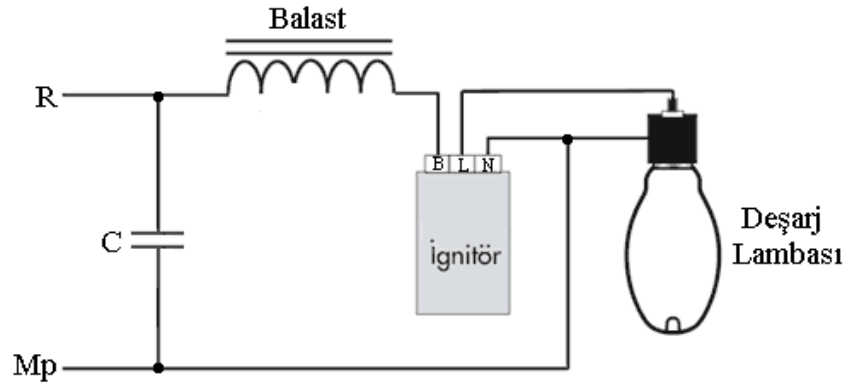
#### 4.3.1 Projektör tip deşarj lambalarının çalışma sistemi

Projektör tip deşarj lambaları, diğer deşarj lambaları gibi bir akım



sınırlandırıcıya, yani balasta ihtiyaç duyarlar. Deşarj lambaları, ilk ateşleme esnasında, lambanın iç yalıtkanlık direncini aşabilmek için, şebeke geriliminin üzerinde bir gerilime ihtiyaç duyarlar. Flüoresan lambalarda bu işlem, starter ve balast yardımıyla sağlanır. Starter kontaklarının kapanması ile flamanlar üzerinden geçen daha yüksek değerli akımın balast üzerinde oluşturduğu enerji birikimi, starter kontaklarının açması ile osilasyon prensibi yardımıyla şebeke geriliminin üstünde bir gerilimi lamba üzerine uygulayarak, lamba üzerinde ilk ateşlemenin gerçekleşmesini sağlar. İlk ateşleme sonrası, lamba iç direncinin düşmesi sonucu sürekli çalışma akımı geçmeye başlar. Bu durumda sınırlandırılmış akım, kendisi de yalıtkan gaz iyonizasyonu prensibi ile çalışan starter için yeterli çalışma gerilimi oluşturamaz ve starter tekrar devreye giremez.

Projektör tip deşarj lambalarında farklı olarak, yardımcı eleman olarak starter değil, ignitör kullanılır (Şekil 4.5). İgnitörün görevi, deşarj lambası için gerekli çoğu kez 1000 V'un üzerinde olan ilk yüksek değerli gerilim değerini lamba üzerinde uygulayarak, lamba iç direncinin düşürülmesini sağlamaktır. Lamba iç direncinin yeterince düşürülmesi ile sağlanan sürekli çalışma akımı, lamba içi kimyasalların tam buharlaşması için gereken birkaç dakika sonrasında, anma etiket değerine ulaşarak kararlı hale gelir.

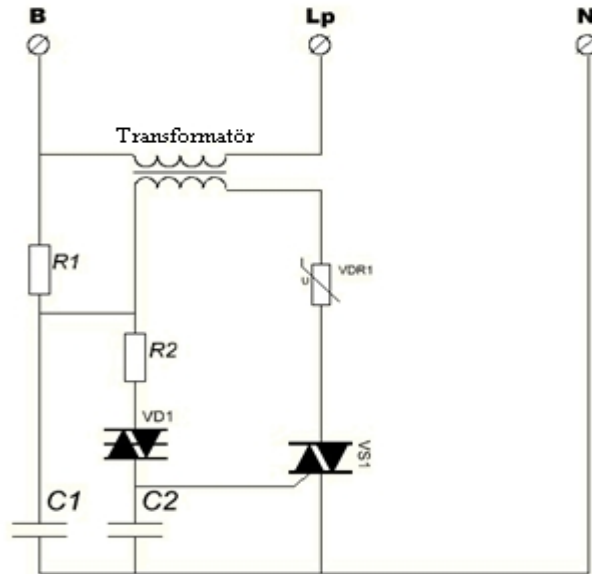


**Şekil 4. 5.** Projektör tip deşarj lambaları bağlantı şeması. (<http://www.venturelighting.com/techcenter/RemoteMounting.html>, 2014)

İgnitörler lamba uygulanan gerilim, lamba üzerinde düşen gerilim ve akım değerlerini sürekli olarak değerlendirerek, ateşlemeyi lamba için en uygun konumda

yerine getirmelidirler. Ateşleme periyodunun, ıgnitör içi elektronik ekipmanların zarar görmemesi için maksimum 10 sn. ile sınırlandırılması ve sürekli çalışmaya geçilememişse, ikinci ateşleme için en az 1 dk. beklenmesi gerekir. Lambanın ateşlemesi sonrası sürekli akım geçişi olduğunda ise, sınırlandırılmış akım değerinin oluşturduğu gerilim, ıgnitörleri tekrar devreye almak için yetersiz olmalıdır. Tüm deşarj lambalarında olduğu gibi, lamba devresi güç katsayısını düzeltme ve parazit filtreleme amaçlı kondansatör tüm lamba devresine paralel olarak yer almalıdır.

Şekil 4.5'te projektör tip deşarj lambaları için genel bağlantı şeması, Şekil 4.6'da ise, triak kontrollü ıgnitör iç bağlantı şeması görülmektedir. Bu devrede, diak üzerinde yeterli gerilim düşümü olduğunda, triak sürülerek, lambaya seri bağlı olan transformatöre ait sekonder sargıda, şebekeyi takviye edici gerilim oluşturulması sağlanmaktadır. Şemadaki diğer yardımcı elemanlar, ateşleme periyotlarını belirleyici görev yapmaktadırlar.



Şekil 4.6. İgnitör iç bağlantı şeması. ([http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wiring\\_diagram\\_of\\_ignitor\\_for\\_sodium-vapor\\_lamps.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wiring_diagram_of_ignitor_for_sodium-vapor_lamps.jpg), 2014)

### 4.3.2 Projektör tip deşarj lambalarının çalışma karakteristiklikleri

Aşağıda, bir çoğu diğer deşarj lambaları için de geçerli olmakla birlikte, özellikle projektör tip deşarj lambaları için olması gerekli detaylar sıra ile açıklanmıştır;

- **Uzun Ömür:** Projektör tip deşarj lambaları doğal olarak çok uzun ömre sahip olup, bu ömür 24000 saati aşabilir. Bu uzun ömür süresine rağmen, lambanın verdiği ışık akısı miktarı bu süre sonunda başlangıçta verdiği yarısının da altına düşebilir. Bu durumda lambayı serviste tutmak pahalı hale gelebilecektir.
- **Gerilim:** Projektör tip deşarj lambaları uygun çalışma şartlarının sağlanabilmesi için, oldukça küçük toleranslar içeren uygun şebeke geriliminde çalıştırılmalıdır. Düşük gerilim ateşleme güvenilirliğini azaltırken, aşırı gerilim güç artışına sebep olacaktır. Bu durumda ise lamba ve balast sıcaklıkları emniyet sınırının ötesinde artabilecektir.
- **Ateşleme:** Projektör tip deşarj lambalarının ateşlemesi birkaç aşamada meydana gelir. Lambaya gerilim uygulandığında, ark tüpü içerisindeki ateşleme ve çalışma elektrotları arasında mavimsi bir ışık akısı meydana gelir. Lamba içi kimyasal, kademeli olarak buharlaştıkça lamba gerilimi hızlı bir şekilde artar. Lamba akımı, kimyasalın tümünün buharlaşması ve asıl elektrotlar arasında ark meydana gelmesiyle ampul iç basıncının kararlı hale gelmesi sonucu bir miktar azalır.
- **Isınma:** Projektör tip deşarj lambalarında buharlaşmanın ve tam parlaklığın oluşabilmesi için 4 ile 7 dakika arası bir süre gereklidir. Bu süre zarfında lamba gerilimi ve akımı da kararlı hale gelmektedir. Lamba akımında anlık olarak meydana gelebilecek bir kesinti bile deşarjı sona erdirerek lambanın ışık vermesini önleyebilir. Bu durumda lamba yeterince soğuyarak, kimyasal buhar basıncı tekrar ateşlemeye izin verecek kadar azalmadıkça, ilk deşarj tekrar başlayamaz.
- **Yeniden Ateşleme:** Projektör tip deşarj lambaları akımları kesildiğinde ya da aşırı derecede düşük gerilime maruz kaldıklarında ışık akısı vermeyi sona erdirirler. Ancak soğuyarak, iç buhar basınçları mevcut gerilim altında ateşlemeyi sağlayabilecek değere düşünce yeniden ateşlenebilirler. Bu durum ise yaklaşık olarak 6 ile 10 dakikalık bir

süreyi alır. Yeniden ateşlemenin uzun bir süre alması önemli bir dezavantajdır. Bu sebeple yardımcı enkandesan ya da flüoresan ilaveli projektör tip deşarj lambaları geliştirilmiştir. Bu sayede herhangi bir hata yada yanlışlık sonucu, projektör tip deşarj lambaların sönmeye durumunda panik yada kazaların önüne geçilebilir.

- **Etkinlik:** Uygulamada kullanılan projektör tip deşarj lambaları, watt başına 100 lümen ile 115 lümen arası ışık akısı üretirler. Bu değerler ise diğer lamba türlerine göre büyük avantaj sağlamaktadır.
- **Normal Çalışma:** Projektör tip deşarj lambalarının verdikleri ışık miktarı çevre sıcaklığına bağlı değildir. Bu sebeple bu tip lambalar dış aydınlatma uygulamaları için uygundur. Fakat çok düşük sıcaklık ya da aşırı rüzgar, lambanın daha yüksek gerilimlerde ateşlenebilmesini gerektirecektir.
- **İlave Karakteristikler:** Projektör tip deşarj lambaları, görülebilir ışık üretmelerinin yanı sıra ultraviyole radyasyon da üretirler. Bu sebeple sadece ultraviyole enerjinin geçişine izin verilerek filtreler yardımıyla görülebilir ışık lamba dışına ekranlanmıştır. Bu ekranlama filtreleri, özel koyu mavi ya da kırmızı-mor camdan yapılabilir. Örneğin bu özelliklerden yararlanılarak üretilen siyah ışık lambaları dekoratif, tiyatro efektleri, endüstriyel denetim, tıbbi ve kimyasal analizler, suç incelemeleri vb. gibi çok çeşitli uygulama alanlarına sahiptir.

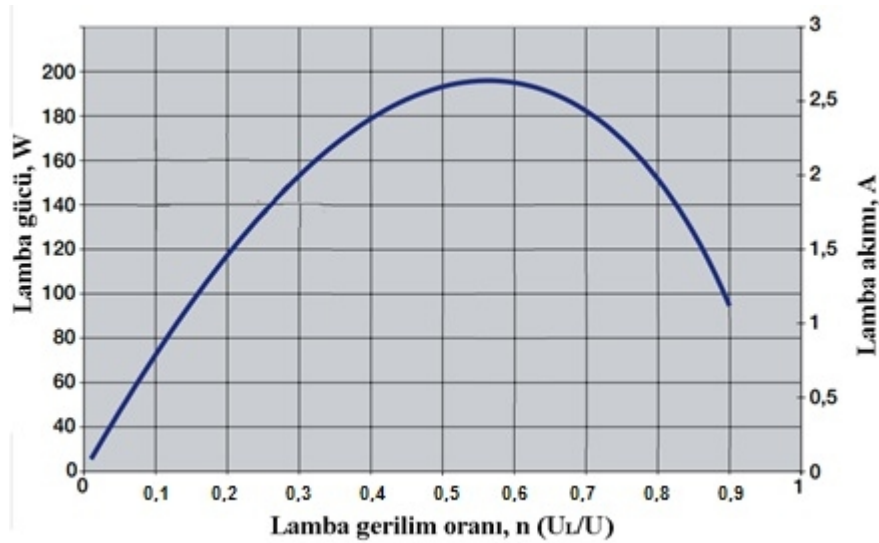
#### 4.4 Balast-Lamba Uyumluluğu

Projektör tip deşarj lambalarında balast-lamba uyumluluğu lambalar üzerinde oluşan ışık etkinlikleri ve güç parametreleri bakımından büyük önem taşır. Pozitif uyumsuzluk sorunları ile gerektiğinden fazla güç çekilmesinin oluşturduğu olumsuzluklar meydana gelir. Deşarj lambaları ile uyumsuz olan balastların negatif uyumsuzluk gösterdikleri durumlarda ise, şebekeden gerektiği kadar güç transferi yapılamaması sonucu, sürekli akım kararlı çalışma akımına tam olarak dönüşemediği gibi, lambanın gerektirdiği yeterli ışık akısı da elde edilemez.

Projektör tip deşarj lambaları için çalışma gücü ve akımı E.4.1 ve E.4.2 yardımıyla bulunabilir. Buradaki U lamba devresine uygulanan gerilim, Z ateşleme esnasında lamba devresi empedansı, n ise lamba gerilimin, lamba devresi gerilimine oranıdır. Şekil 4.7’de görüldüğü gibi, bu eşitliklerin uyarlandığı 150 W’lık bir metal halide deşarj lambası için, maksimum güce yaklaşık olarak “n=0,55” gerilim oranında ulaşıldığı görülmektedir. Fakat bu durumda lamba anma gücü yaklaşık olarak % 25 oranında aşılmıştır. Lamba üzerindeki gerilimin, bu oranın altında kalması durumunda ışık şiddetini ( $I_{CD}$ ) azalttığı gibi, bu oranın aşılması ile de ışık şiddeti ( $I_{CD}$ ) azalmaktadır. Bu durum lamba için görünür ışığın azalmasından kaynaklanmaktadır.

$$P_L = \frac{U^2}{Z} \times \left(1 - \frac{n}{3}\right) \times \left[(1 - n^2)^{1/2} - 0,25.n\right] \quad (E.4.1)$$

$$I_L = \frac{U}{Z} \times \left[(1 - n^2)^{1/2} - 0,25.n\right] \quad (E.4.2)$$



Şekil 4.7. Metal halide 150 W projektör lamba için akım, gerilim ve güç değişimi.

#### 4.4.1 Negatif balast-lamba uyumsuzluğu

Projektör tip deşarj lambalarında negatif balast lamba-balast uyumluluğu

durumunda, negatif uyumsuzluğun mutlak büyüklüğüne göre aşağıdaki riskler mevcuttur:

- İgnitörün devreye hiç girememesi,
- İgnitör devreye girse bile, ilk ateşleme geriliminin sağlanamaması,
- İlk ateşleme sonrası sürekli akımın, lamba içi kimyasalları yeterince buharlaştıramaması,
- Sürekli akımın, lambanın gerektirdiği kararlı lamba akımına dönüşmemesi

Yukarıdaki belirtilen negatif balast lamba-balast uyumluluğu sonucu oluşan riskler, ya deşarj lambasından hiç ışık akısı alınamaması, ya da, yetersiz ışık akısı alınabilmesi sonuçlarına yol açacaktır.

#### **4.4.2 Pozitif balast-lamba uyumsuzluğu**

Projektör tip deşarj lambalarında pozitif balast lamba-balast uyumluluğu durumunda, pozitif uyumsuzluğun büyüklüğüne göre aşağıdaki riskler mevcuttur:

- İgnitörün devreye girmesine gerek kalmaksızın direkt olarak ilk ateşlemenin gerçekleşmesi,
- İlk ateşleme sonrası oluşan sürekli akımın, lamba için gerekli olan anma deşarj akımı değerini aşması,
- Lamba-balast devresinin şebekeden gereğinden fazla güç çekmesi,
- Lamba-balast ve diğer devre elemanları üzerinde normalden fazla ısı enerjisi oluşumu,
- Fazla olarak çekilen akımın, lambanın ışık akısı olarak doyuma gitmesine bağlı olarak ışık etkinliği ve verimi düşürmesi
- Kısa zaman diliminde gerçekleşmese bile, orta ve uzun zaman diliminde lamba-balast ve diğer devre elemanlarında sürekli sıcaklığa bağlı tahribat oluşumu

Yukarıdaki belirtilen pozitif balast lamba-balast uyumluluğu sonucu oluşan riskler, başlangıçta çalışma bakımından daha elverişli sonuçlar ortaya çıkarmış gözükse

bile, orta ve uzun zaman diliminde lambadan ya hiç ışık akısı alınamaması ya da yetersiz ışık akısı alınabilmesi sonuçlarına yol açacaktır. Özellikle projektör tip deşarj lambalarının anma güçlerinden daha büyük güçlerde çalıştırılmaları, deşarj tüplerindeki buharlaşmanın gereğinden fazla olmasına yol açacaktır. Gereğinden fazla olarak gerçekleşen bu buharlaşma, deşarj tüpü içerisinde aynalaşmaya yol açabildiği gibi deşarj tüpü içi elektrotların deşarj yüzeylerindeki iletkenliği azaltmaktadır.

## 5 REGRESYON YAKLAŞIMI

### 5.1 Regresyon Yaklaşımı

Regresyon yaklaşımı bağımlı değişkenler ile bir veya daha fazla sayıda bağımsız değişken arasındaki bağıntıyı belirleyebilmek amacıyla kullanılan bir sayısal analiz metodudur. Bu sayısal analiz metodu, matematiksel bir fonksiyon olacağından bu fonksiyon da regresyon denklemi olarak isimlendirilir.

Regresyon yaklaşımı yardımıyla, bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasında, hangi matematiksel ve sayısal fonksiyonları barındıran bir ilişki olduğu incelenir. Bu ilişkinin tespit edilmesi durumunda, bu ilişkinin ortaya koyduğu matematiksel ve sayısal fonksiyonları kullanarak, bilinmeyen büyüklüklerin tahmin edilebilmesi amaçlanır.

Bağımsız değişken sayısına göre, regresyon yaklaşımı, tek değişkenli regresyon yaklaşımı(basit regresyon yaklaşımı) ve çok değişkenli regresyon yaklaşımı(çoklu regresyon yaklaşımı) olmak üzere 2 temel yöntem olarak ele alınır. Ayrıca fonksiyon tiplerine göre doğrusal regresyon yaklaşımı ve doğrusal olmayan regresyon yaklaşımı (eğrisel) olarak, verilerin kaynağına göre de ana kütle verileriyle regresyon yaklaşımı, örnek veriler ile regresyon yaklaşımı ve zaman serilerinde regresyon yaklaşımı şeklinde gruplandırılabilir.

Tek değişkenli regresyon yaklaşımı, bir bağımlı değişken ve bir bağımsız değişken arasındaki ilişki ele alınarak, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi temsil eden lineer eşitlik elde edilir. Çok değişkenli regresyon yaklaşımı ile ise, bir adet bağımlı değişken ve birden fazla bağımsız değişkenin bulunduğu matematiksel modeller ile çok değişkenli nonlinear eşitlikler elde edilir.

### 5.2 Basit Doğrusal Regresyon Yaklaşımı

Birçok istatistiksel çalışmada olduğu gibi regresyon yaklaşımında da ana kütle verilerinin hepsi yerine bu ana kütlede seçilen örnek veriler ile analiz yapılır. Bilindiği



gibi ana kütle birimi sayısı çok fazla olduğundan, zamandan ve araştırma masraflarından tasarruf amacıyla tüm ana kütle birimleri yerine, bu ana kütlelerden tesadüfi olarak belirli sayıda birim (n) seçilerek istatistik analizler yapılır. Teknikler uygulandıktan sonra örnekleme teorisinden yararlanılarak ana kütle parametrelerinin testleri ve tahminleri yapılır.

Regresyon yaklaşımında da uygulama aynı şekilde olmaktadır. Büyük harfler ana kütle, küçük harfler ise örneğe ait verileri ve istatistik ölçüleri göstermekte kullanılmaktadır.

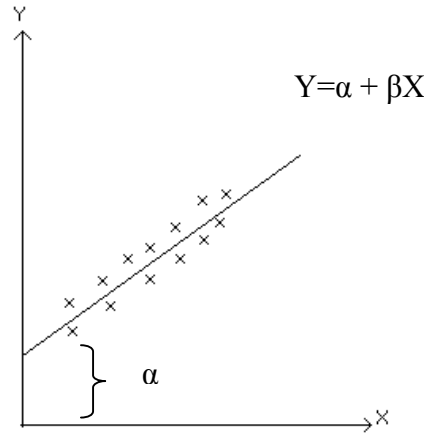
Basit doğrusal regresyon yaklaşımı, Y bağımlı değişkeninin tek bir bağımsız (açıklayıcı) değişken X ile arasındaki ilişkinin doğrusal fonksiyonla ifade edilmesine dayanmaktadır. Basit doğrusal regresyon modeli, tek bir serbest değişken içeren;

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i \quad (\text{E. 5. 1})$$

modelidir. Bu modelin  $\alpha$  ve  $\beta$  parametrelerini bulmak için X serbest değişkeni, Y bağımlı değişkeni ve  $\varepsilon$  hata terimi ile ilgili gözlemlere gerek duyulur.

Ana kütle içinde birer  $\alpha$  ve  $\beta$  değeri varken, bu ana kütlede çekilen her bir örneklem için ayrı birer  $\hat{\alpha}$  ve  $\hat{\beta}$  elde edilmektedir. İşte bu  $\hat{\alpha}$  ve  $\hat{\beta}$  normal bölünmeye sahip olup beklenen değerleri sırasıyla  $\alpha$  ve  $\beta$  'dır. Uygulamada tek bir örneklem alınmakta ve bu örneklem yardımıyla ana kütle parametreleri tahmin edilmektedir.

$\alpha$  doğrusal fonksiyonun sabitidir. X= 0 olduğunda regresyon doğrusunun dikey eksen olan Y ile kesiştiği noktayı göstermektedir.  $\beta$  ( $\beta_{yx}$  ile de gösterilebilir) ise doğrusal fonksiyonun eğimidir. Regresyon yaklaşımında, bağımsız değişken X'deki bir birimlik değişimin bağımlı değişken Y'de (Y cinsinden) ne kadarlık bir değişime yarattığını gösteren regresyon katsayısıdır. Fonksiyon tipinin belirlenmesi için regresyon analizine serpilme diyagramı çizilerek başlanır. Şekil 5.1. 'de serpilme diyagramında gözlem noktalarının dağılımının doğrusal bir eğilimde olduğu açıkça görülmektedir.



**Şekil 5.1.** Basit doğrusal regresyon doğrusu.

$\alpha$  ve  $\beta$  parametrelerinin gösterdiği grafikte regresyon doğrusunun eğiminin pozitif olduğu anlaşılmaktadır.  $\beta$ 'nin işareti iki değişken arasındaki ilişkinin yönünü göstermektedir. Her iki değişken birlikte artıyor veya azalıyorsa  $\beta$ 'nin işareti pozitif (+), değişkenlerden biri artarken diğeri azalıyorsa  $\beta$ 'nin işareti negatif (-) olacaktır.  $\beta$ 'nin sıfır (0) olması ise iki değişkenin arasında bir ilişki olmadığını göstermektedir. Sıfır (0) dan farklılık ise iki değişken arasında belirli bir ilişkinin varlığını ifade etmektedir. Regresyon katsayısının alt sınırı (0) vardır, ancak belirli bir üst sınırı yoktur. Bu nedenle regresyon doğrusuna bakarak ilişkinin gücü hakkında kesin bir şey söylemek mümkün değildir.

Regresyon modeline açıkça dahil edilemeyen diğer değişkenleri temsil etmek üzere  $Y_i = \alpha + \beta X_i + \epsilon_i$  modelinde yer verilen  $\epsilon$  hata terimini gözlemek hiçbir zaman mümkün olmaz. Dolayısıyla  $\epsilon$  hata terimi hakkında aşağıda değineceğimiz bazı varsayımları yapmak zorunlu hale gelir.

“Y ve X arasındaki gerçek ilişki” ;  $Y = \alpha + \beta X_i + \epsilon$  iken “gerçek regresyon doğrusu” :  $E(Y_i) = \alpha + \beta X_i$  eşitliğidir. Öte yandan, “Tahmin edilen ilişki”:

$\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta} X_i + e_i$  şeklinde gösterilmektedir. Tahmin edilen regresyon doğrusu ise şudur:  $\hat{Y}_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta} x_i$

Yukarıdaki eşitliklerde:

$Y_i$  : Y değişkeninin gözlenen değerini,

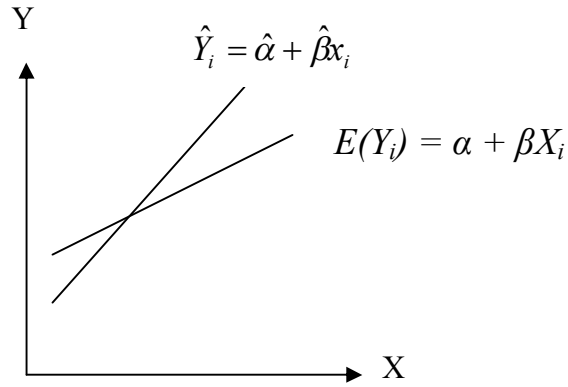
$\hat{Y}_i$  : X değişkeninin belli bir değeri veri iken Y değişkeninin tahmin edilen değerini,

$\hat{\alpha}$  :  $\alpha$  gerçek kesim noktasının tahminini,

$\hat{\beta}$  :  $\beta$  gerçek parametresinin tahminini,

$E$  :  $\mathcal{E}$  hata teriminin gerçek değerinin tahminini ifade eder.

Gerçek ve tahmin edilen regresyon doğruları Şekil 5. 2’de gösterilmiştir:



**Şekil 5.2.** Gerçek ve tahmin edilen regresyon doğruları.

$\alpha$  ve  $\beta$ 'nin tahminleri olan  $\hat{\alpha}$  ve  $\hat{\beta}$ 'nin hesaplanmasında “En Küçük Kareler Tekniği” nden yararlanılabilir.

### 5.3 Doğrusal Regresyon Denkleminin Elde Edilişi

Regresyon yaklaşımı, herhangi bir değişkenin, (bağımlı değişken) bir veya birden fazla birden fazla değişkenle (bağımsız-açıklayıcı değişken) arasındaki ilişkinin matematiksel bir fonksiyon şeklinde yazılmasıdır. Bu fonksiyona regresyon denklemi adı verilmektedir. Regresyon denklemi yardımıyla açıklayıcı değişkenlerin çeşitli değerlerine karşılık bağımlı değişkenin ulaşacağı değer tahmin edilir.

Çeşitli X değerleri karşısındaki Y değerlerinin dağılımını gösteren şekil 5.1 serpilme diyagramları incelendiğinde, doğrusal bir eğilim görünüyorsa X'in Y'ye göre matematik fonksiyonunun doğrusal olduğuna (kesin olmasa da) karar verilebilir. Ancak gözlem noktaları arasından çok sayıda doğrusal fonksiyon geçirilebilir. Bu fonksiyonlardan en uygunu (tüm doğrusal fonksiyonlar arasından) Y gözlem değerine en yakın tahmini (teorik) Y` değerini (minimum hata) veren doğrusal fonksiyon olacaktır. Yani hatası  $e = Y - Y' = Y_i - \hat{\alpha} - \hat{\beta}x = \min$  olan fonksiyon seçilmelidir. Tüm gözlem değerleri için bu durumun geçerli olması gerektiğine göre;

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{\alpha} - \hat{\beta}X)^2 = \min \quad (\text{E.5.2})$$

yapılması gerekir. Bu yönteme “En Küçük Kareler Yöntemi” adı verilmektedir. Elde edilen basit doğrusal regresyon denklemi de “En Küçük Kareler Yöntemi ile Basit Doğrusal Regresyon Denklemi” olacaktır.

Basit doğrusal regresyon modelindeki  $\alpha$  ve  $\beta$ 'nin tahminleri  $\hat{\alpha}$  ve  $\hat{\beta}$ 'nin bulunmasında yararlanılacak normal denklemler şunlardır:

$$\sum Y_i = n\hat{\alpha} + \hat{\beta} \sum X_i \quad (\text{E.5.3})$$

$$\sum X_i Y_i = \hat{\alpha} \sum X_i + \hat{\beta} \sum X_i^2 \quad (\text{E.5.4})$$

Bu denklemdeki  $X_i$  ve  $Y_i$  değerleri 0 orijinine göre ifade edilmişlerdir.  $X_i$  ve  $Y_i$  değerleri yerine bunların kendi aritmetik ortalamalarından sapmalarının, kısacası “ortalamalar orijinine göre  $x_i$  ve  $y_i$  değerleri” nin konulmasıyla daha kısa zamanda sonuca götüren şu denklemlere ulaşılır:

$$\sum y_i = n\hat{\alpha} + \hat{\beta} \sum x_i \quad (\text{E.5.5})$$

$$\sum x_i y_i = \hat{\alpha} \sum x_i + \hat{\beta} \sum x_i^2 \quad (\text{E.5.6})$$

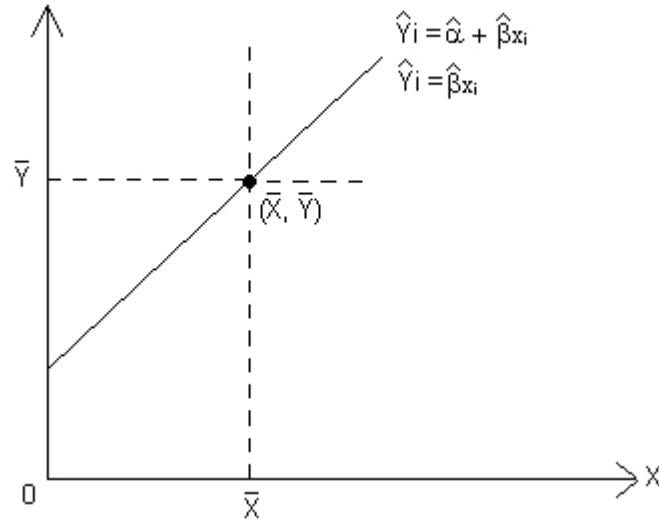
Normal denklemleri  $\hat{\alpha}$  ve  $\hat{\beta}$  için çözümlerse gözlem değerleri yardımıyla en küçük kareler tahminleri bulunur:

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (\text{E.5.7})$$

$$\hat{\beta} = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (\text{E.5.8})$$

Terimlerin aritmetik ortalamadan farklarının cebirsel toplamının sıfır olduğu varsayımı altında, değişkenlerin toplamını ifade eden terimler sıfır olur ve  $\hat{y}_i = \hat{\beta} x_i$  elde edilir (Şekil 5.3).

Y



**Şekil 5.3.** Sıfır ve ortalamalar orijinlerine göre regresyon doğruları.

x ve y değişkeninin birlikte değişmesinden x değişkeninin kendi içindeki değişkenlik arındırıldığı için, “regresyon katsayısı “ adı verilen ve regresyon

doğrusunun eğimini belirten  $\beta$  parametresi x'deki bir birimlik değişiminin y'de ne kadarlık bir değişme yarattığını göstermektedir.

Bu formüller ile bulunan  $\hat{\alpha}$  ve  $\hat{\beta}$  değerleri, ana kütle regresyon doğrusundaki  $\alpha$  ve  $\beta$  parametrelerinin kestirim değerleridir. En küçük kareler yöntemi ile bulunan  $\hat{\alpha}$  ve  $\hat{\beta}$  kestiricileri sistematik hata içermeyen ( tarafsız) kestiricilerdir. Diğer bir deyişle;

$$E(\hat{\alpha}) = \alpha \text{ ve } E(\hat{\beta}) = \beta \text{ olur.}$$

#### 5.4 Regresyon Denklemiyle Yapılacak Tahminlerin Standart Hatası

Ana kütle regresyon doğrusundaki  $\alpha$  ve  $\beta$  parametrelerinin kestirimini hata kareleri toplamını minimum yapacak  $\hat{\alpha}$  ve  $\hat{\beta}$  değerlerini bularak yaptığımıza göre, bu kestirim sürecinde e değişkeninin standart hatası olacaktır. Bu değişkenin standart hatası;

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2}{n-2}} \quad (\text{E 5. 9})$$

olur. Kullanılan her bir istatistik için ( $\hat{\alpha}$  ve  $\hat{\beta}$ ) bir serbestlik derecesi kaybedeceğinden serbestlik derecemiz (n-2) olacaktır. Diğer taraftan gözlenen ve hesaplanan y değerleri arasındaki farkların toplamı sıfır olacağından (E 5. 9) numaralı formül aşağıdaki şekillerde de yazılabilir:

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{\alpha} - \hat{\beta}x_i)^2}{n-2}} \quad (\text{E.5.10})$$

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum y^2 - \hat{\alpha} \sum y - \hat{\beta} \sum xy}{n-2}} \quad (\text{E.5.11})$$

### 5.5 Regresyon Katsayısının Testi

Regresyon denklemlerindeki parametrelerin testi, örnek verileriyle elde edilen değişkenler arasındaki ilişkinin gerçekten ana kütle için geçerli mi yoksa sadece örnekler için mi (tesadüfen) geçerli olduğunu ortaya çıkarmak için yapılır. Regresyon katsayıları testlerinde  $n \geq 30$  olduğunda Z (Normal Dağılım),  $n < 30$  olduğunda (n-2) serbestlik dereceli  $t$  (Student) testleri uygulanır.

### 5.6 Hipotezlerin Yazılması

$H_0 : \beta = 0$  (Ana kütlede X'deki bir birimlik değişme Y'de hiçbir değişme yaratmamaktadır. ) (İki değişken arasında ilişki yoktur. )

$H_1 : \beta \neq 0$  (Ana kütlede X'deki bir birimlik değişme Y'de önemli(anlamlı) bir değişme yaratmaktadır. ) (İki değişken arasında ilişki vardır. )

### 5.7 $\alpha$ Anlamlılık Seviyesinin Belirlenmesi

$\alpha$ ,  $H_0$  doğru olduğu (İki değişken arasında ilişki yoktur. ) halde  $H_0$  reddedildiğinde yapılan hatayı göstermektedir. Regresyon analizi testlerinde  $\alpha$  mümkün olduğunca küçük tutulur.

### 5.8 Örnek Regresyon Katsayılarının Standart Değişken Şekline Dönüştürülmesi

$$n < 30 \text{ ise } t_h = \frac{\hat{\beta}}{\hat{\sigma}_{\hat{\beta}}}, \quad t_h = \frac{\hat{\alpha}}{\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}} \text{ formülü,}$$

$$n \geq 30 \text{ ise } z_h = \frac{\hat{\beta}}{\hat{\sigma}_{\hat{\beta}}}, \quad z_h = \frac{\hat{\alpha}}{\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}} \text{ formülü kullanılır.}$$

$H_0$  hipotezinde  $\beta = 0$  olduğu için aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$t \text{ (veya } z) = \frac{\hat{\beta}}{\hat{\sigma}_{\hat{\beta}} / \sqrt{\sum (x - \bar{x})^2}} \quad (\text{E.5.12})$$

$$t \text{ (veya } z) = \frac{\hat{\alpha}}{\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}} / \sqrt{\sum (x - \bar{x})^2}} \quad (\text{E.5.13})$$

## 5.9 Karar

$z_{\alpha/2}$  ve ya  $t_{\alpha/2;n-2}$  tablo değeri  $z_h$  veya  $t_h$  değerinden büyükse  $H_0$  kabul edilir. Yani iki değişken arasında ilişki yoktur (örnek regresyon doğrusu tahminlerinde kullanılmaz).

Tablo değerleri  $z_h$  veya  $t_h$ 'dan küçükse,  $H_0$  ret edilir. Yani iki değişken arasında ilişki vardır(örnek regresyon denklemi tahminlerde kullanılabilir).

## 5.10 Ana Kütle Regresyon Doğrusunun Parametreleri İçin Aralık Kestirimi

$$\hat{\beta} \text{ İçin Güven Aralığı: } P(\hat{\beta} - t\hat{\sigma}_{\hat{\beta}} \leq \beta \leq \hat{\beta} + t\hat{\sigma}_{\hat{\beta}}) = 1 - \alpha \quad (\text{E.5.14})$$

$$\hat{\alpha} \text{ İçin Güven Aralığı: } P(\hat{\alpha} - t\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}} \leq \alpha \leq \hat{\alpha} + t\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}) = 1 - \alpha \quad (\text{E.5.15})$$

## 5.11 Belirlilik Katsayısı ( $r^2$ )

Parametreleri tahmin ettikten ve en küçük kareler doğrusunu belirledikten sonra bu doğrunun  $x$  ve  $y$ 'nin gözlemlerine ne kadar iyi uyduğunu bilmemiz gerekir. Yani gözlemlerin regresyon doğrusu etrafındaki dağılımlarını ölçmemiz gerekir. Gözlemler, doğruya ne kadar yakınsa, yani  $y$ 'deki değişimin bağımsız değişkendeki değişmelerle açıklanması o kadar iyidir.

Bu uyum iyiliğinin bir ölçüsü, bağımlı değişkendeki toplam değişimin yüzde kaçının bağımsız değişken  $x$  tarafından açıklanabildiğini gösteren korelasyon katsayısının karesi olan belirlilik katsayısı ( $r^2$ )'dir. Aşağıdaki formüller yardımıyla belirlilik katsayısı hesaplanabilir:



$$\mathbf{i)} r^2 = \frac{(\sum x'_i y_i)^2}{\sum x_i'^2 \sum y_i'^2} \quad (\text{E.5.16})$$

$$\mathbf{ii)} r^2 = \frac{\hat{\beta} \sum x'_i y_i}{\sum y_i'^2} \quad (\text{eğim katsayısı yardımıyla}) \quad (\text{E.5.17})$$

$$\mathbf{iii)} r^2 = \hat{\beta}^2 \frac{\sum x_i'^2}{\sum y_i'^2} \quad (\text{eğim katsayısı yardımıyla}) \quad (\text{E.5.18})$$

$$\mathbf{vi)} r^2 = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum y_i'^2} \quad (\text{artıklar yardımıyla}) \quad (\text{E.5.19})$$

## 6 DEŞARJ LAMBA-BALAST UYUMLULUK ANALİZİ

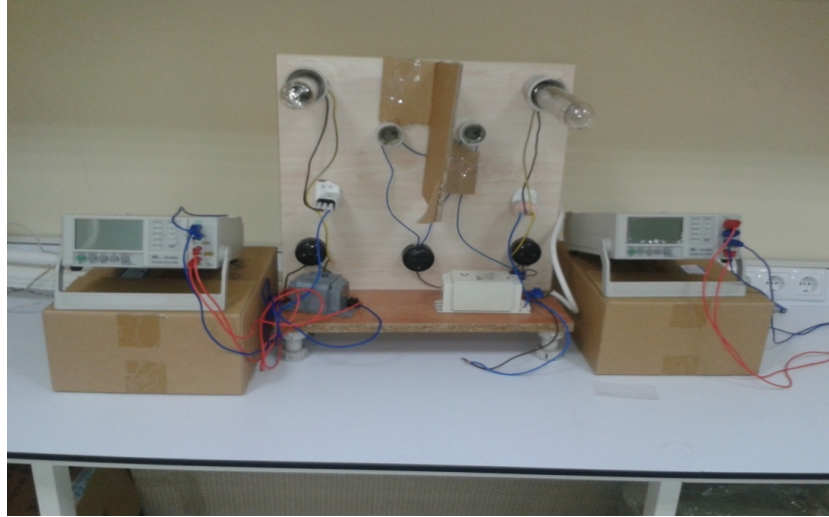
Bu çalışmada, lamba-balast uyumluluğunun alt ve üst kriterlerinin belirlenmesine yönelik olarak deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda dış aydınlatmada yoğun olarak kullanılan 250 W ve 400 W değerindeki projektör tip deşarj lambaları için, farklı balast ve farklı lambaların akım, gerilim, güç, güç katsayısı ve lamba eksenine 90° olan ışık şiddeti değerlerinin ele alındığı matrisel formlar oluşturulmuştur.

Elde edilen veriler ve oluşturulan matrisel formlar dikkate alınarak, öncelikle 250 W'lık ve 400 W'lık projektör tip deşarj lambaları için çalışılabilir alt ve üst limitlerin tespiti gerçekleştirilmiştir. 250 W ve 400 W gücü haricindeki projektör tip deşarj lambaları için ise, çalışılabilir alt ve üst limitlerin tahmini regresyon yaklaşımı ile gerçekleştirilmiştir. Standart güç değerleri dışında karşılaşılabilen ya da üretilebilen özel amaçlı deşarj lambaları için balast uyumluluğu uygulama modelleri gerçekleştirilmiştir.

### 6.1 Deneysel Uygulamalar

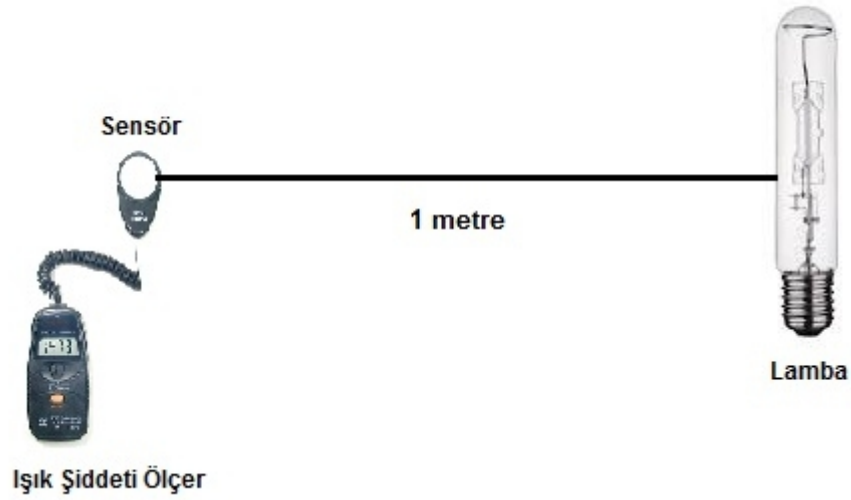
Deneysel uygulamaların gerçekleştirilmesi sırasında, her bir projektör tip deşarj lambası ve her bir balast için deneysel uygulamalar birbirinden bağımsız olarak gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar gerçekleştirilirken, sıcaklık faktörü de dikkate alındığı için, her bir deşarj lambası ve balastın başlangıç şartında oda sıcaklığında olması amaçlanmıştır. Deneysel uygulamaların gerçekleştirildiği platform Şekil 6.1'de görülmektedir.

Uygulamaların gerçekleştirildiği balast türlerini gösterir liste Çizelge 6.1'de, projektör tip deşarj lambalarını gösterir liste ise Çizelge 6.2'de verilmektedir. Bu çizelgelerde projektör tip deşarj lambaları için verilmiş kısaltmalar ise, çizelge 6.3'de verilmiştir. Çalışmalarda elde edilen verilerle, marka yorumlanması amaçlanmadığından, bu çizelgelerde deneysel uygulamalarda kullanılan harflendirmelere yer verilmemiştir. Lamba çıkış verisi olarak, ışık akısı ölçme, özel laboratuvarlar gerektirdiği için, Şekil 6. 1'de görülen sistemde, lambaların maksimum ışık şiddeti verdiği 90° açıda ve 1 m uzaklıkta ölçülen ışık şiddeti değerleri kullanılmıştır.



**Şekil 6.1.** Uygulamaların gerçekleştirildiği deney platformu.

Ölçümde ortam mümkün olduğunca karartılarak dış ortamlardan uzak olması amaçlanmış ve ölçüm biçimi Şekil 6.2’de gösterilmiştir.



**Şekil 6.2.** Işık şiddeti ( $I_{CD}$ ) ölçümü.

Yapılan tüm deney ve ölçümler, EKLER kısmında, lambalar ve balastlar olarak ayrı ayrı verilmiştir.

**Çizelge 6.1.** Uygulamaların gerçekleştirildiği balast türleri.

Uyumlu Deşarj Lambası Gücü	Uyumlu Deşarj Lambası Türü	Akım (A)	cosφ	Marka
250 W	HPL	3	0,40	Ultralight ACK
250 W	SON/HPL	3	0,47	Pelsan
250 W	SON/CDM/HPL	3	0,40	Philips MK4 BSN
250 W	HPL/HPI	2, 13-2, 15	0,55	Philips MK4 BHL
400 W	HPL	3, 50	0,60	Cata
400 W	HPL/HPI	3, 25-3, 40	0,55	Philips MK4 BHL
400 W	MH/HPS	4, 45-4, 20	0,44	Vossloh Schwabe
400 W	SON/CDM/HPL	4, 45-4, 60	0,40	Philips MK4 BSN

**Çizelge 6.2.** Uygulamaların gerçekleştirildiği projektör tip deşarj lambaları.

Balast Harf Kodu	Lamba Gücü	Lamba Türü	Akım (A)	Işık Akısı(Lm) ve Rengi(K)	Marka
A	250 W	MASTER HPI-T PLUS	2,1	20500 - 4500	Philips
B	250 W	HQI-T 250 W/D PRO	3	19000 - 5500	Osram
C	250 W	ARC250/T/VBU/960/E40	2,8	19000 - 6000	GE
D	250 W	TU 83370 HGMI 250W/DV TU MIH	2,8	19000 - 6000	GE
E	250 W	MASTER SON-T PIA PLUS	3	33000 - 2000	Philips
A	400 W	MASTER HPI-T PLUS	3,4	32000 - 4500	Philips
B	400 W	HQI-T 400 W/D PRO	4	34000 - 5500	Osram
C	400 W	ARC400/T/H/742/E40 1/12	4,4	35000 - 4200	GE
A	400 W	MASTER SON-T PIA PLUS	4,5	55800 - 2000	Philips
B	400 W	NAV-T 400 W E40	4,6	48000 - 2000	Osram
C	400 W	NAV-T 400 W SUPER 4Y	4,52	56500 - 2000	Osram

**Çizelge 6.3.** Deşarj lambaları için verilmiş kısaltmalar.

Sembol	Açıklama
HPL	High Pressure Laminate – Yüksek Basıncılı Laminant
SON	High Pressure Sodium Lamp – Yüksek Basıncılı Sodyum Lamba
HPI	High-Power Illuminator – Yüksek Güçlü Aydınlatıcı
MH	Metal Halide Lamp – Metal Halide Lamba
HPS	High Pressure Sodium Lamp – Yüksek Basıncılı Sodyum Lamba
CDM	Ceramic Discharge Metalhalide – Seramik Deşarjlı Metal Halide Lamba
HQI	Hydrargyrum Quartz Iodide/Halogen Quartz Iodide – Halojen Kuvars İyodür Lamba

Deneyisel uygulamalarda kullanılan ölçü aletleri ise Çizelge 6.4’de görülmekte olup, çalışma için proje kapsamında temin edilmişlerdir (Şekil 6.3 ve Şekil 6.4).

**Çizelge 6.4.** Deneysel uygulamalarda kullanılan ölçü aletleri ve özellikleri.

Ölçü Aleti	Özellikleri	Sayısı
Güç Analizörü	Lutron DW-6090, Güç, Akım, Gerilim, Güç Faktörü, Direnç, Frekans	2
Lüxmetre	Testo 540,0-99999 Lux, $\pm 3$ Lux	2
Candela ölçer	TES 1339	2
Lazer ısı ölçer	UNI-T UT 302C Infrared Termometre	2
Multimetre	UNI-T UT 132D Multimetre	2



**Şekil 6.3.** Uygulamalarda kullanılan ışık ve sıcaklık ölçerler.



**Şekil 6. 4.** Uygulamalarda kullanılan güç analizörü.

## 6.2 Balast-Lamba Uyumluluk Uygulama ve Analizleri

Deneysel uygulamalar kapsamında, balast ve projektör tipli deşarj lambalarının uyumluluk uygulamaları, farklı karşılaştırmalar ile gerçekleştirilmiştir. Bu karşılaştırmalar, hem balastlar hem de projektör tipli deşarj lambaları için A, B, C ve D harfleri ile etiketlenilerek gerçekleştirilerek, markaların bu aşamada anılmaması amaçlanmıştır.

Elde edilen ölçümler ile, harflendirilmiş her bir projektör tipli deşarj lambası için, farklı balastlar ile elde edilen ölçüm değerlerinin oluşturduğu değerler, ayrı ayrı matrissel formlarda verilmiştir. Aşağıda X lambası için t. (240 veya 360) saniyede alınan değerlerle elde edilmiş örnek Y matrisi görülmektedir.

$$Y = \begin{matrix} & L(H) & I(A) & \cos\varphi & P(W) & I_{CD} (cd) \\ \begin{matrix} A Balastı: \\ B Balastı \\ C Balastı: \\ D Balastı: \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0,1 & 3,2 & 0,45 & 270 & 7800 \\ 0,11 & 3,4 & 0,42 & 270 & 5600 \\ 0,09 & 2,9 & 0,49 & 270 & 4700 \\ 0,095 & 2,74 & 0,42 & 270 & 4900 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Matrislerde yer alan balast endüktans değerleri, her balastın tek başına bağımsız olarak yer aldığı deneysel uygulamalarla ayrı ayrı ölçülerek hesaplanmıştır. Bu amaçla gerçekleştirilen deneysel uygulamalarda ölçülen ve hesaplanan endüktans değerleri Çizelge 6.5’de verilmiştir.

**Çizelge 6.5.** Çalışmada kullanılan balastlara ait ölçümler ve hesaplanan endüktans değerleri.

Balast Harf Kodu	Balast Marka	Uyumlu Deşarj Lambası Gücü	Ölçülen			Hesaplanan L (H)
			I (A)	cosφ	P(W)	
A	Ultralight ACK	250 W	2,91	0,48	314	0,24
B	Pelsan	250 W	2,86	0,39	245	0,24
C	Philips MK4 BSN	250 W	2,78	0,35	215	0,25
D	Philips MK4 BHL	250 W	2,52	0,35	197	0,28
A	Cata	400 W	2,94	0,43	279	0,24
B	Philips MK4 BHL	400 W	3,42	0,46	342	0,20
C	Vossloh Schwabe	400 W	3,96	0,51	466	0,18
D	Philips MK4 BSN	400 W	4,02	0,51	470	0,17

### 6.3 Uyumluluk Analizleri

250 W'lık ve 400 W'lık metal halide lambaları için farklı balastlarla yapılan uyumluluk deney çalışmalarında elde edilen değerlerden, K1, K2, K3, K4, K5, K6 ve K7 matrisleri, 400 W'lık sodyum buharlı lambalar için farklı balastlarla yapılan uyumluluk deney çalışmalarında elde edilen değerlerden ise L1, L2 ve L3 matrisleri elde edilmiştir.

Şekil 6.5'de 250 W esaslı metal halide A lambası uyumluluk grafiği, Şekil 6.6'da 250 W esaslı metal halide B lambası uyumluluk grafiği, Şekil 6.7'de 250 W esaslı metal halide C lambası uyumluluk grafiği, Şekil 6.8'de 250 W esaslı metal halide D lambası uyumluluk grafiği, Şekil 6.9'da 400 W esaslı metal halide A lambası uyumluluk grafiği, Şekil 6.10'da 400 W esaslı metal halide B lambası uyumluluk grafiği ve Şekil 6.11'de 400 W esaslı metal halide B lambası uyumluluk grafiği verilmiştir. Şekil 6.12'de 400 W esaslı sodyum buharlı A lambası uyumluluk grafiği, Şekil 6.13'te 400 W esaslı sodyum buharlı B lambası uyumluluk grafiği ve Şekil 6.14'te 400 W esaslı sodyum buharlı C lambası uyumluluk grafiği verilmiştir. Bu grafiklerde, ele alınan her özellik için uyum durumu "1" ile negatif uyumsuzluk durumu "1" in altında, pozitif uyumsuzluk durumu ise "1" in üzerinde gösterilmiştir.

Grafiklerden elde edilen düzlemsel alanının düzgün yüzeysel görünümü, balast uyumluluğu açısından gösterge olsa da yalnız başına bir ölçüt değildir. Grafikteki uyumluluk, ancak balast ve lamba için etiketlerinde belirtilen anma değerleri aşılmadığında sürekli çalışma şartlarını sağlayabilmektedir. Grafiklerin "X" ekseninde "1" ile belirtilen endüktans ile ilgili ve "3" ile belirtilen güç katsayısı ile ilgili kısımlarının "Z" eksenindeki konumları, balastın yapısal özellikleri ile ilgili olup, "1" in altında veya üzerinde olabilir. "X" ekseninde akım ile ilgili "2" ve güç ile ilgili "4" kısımlarının "1" ve "1" in altında olması, 5. kısımda ışık şiddeti kısmının "1" ve "1" in üzerinde olması deşarj lambası verimliliği için istenilen durumdur.

#### 6.3.1 250 W Metal halide esaslı uygulamalar ve ölçümler

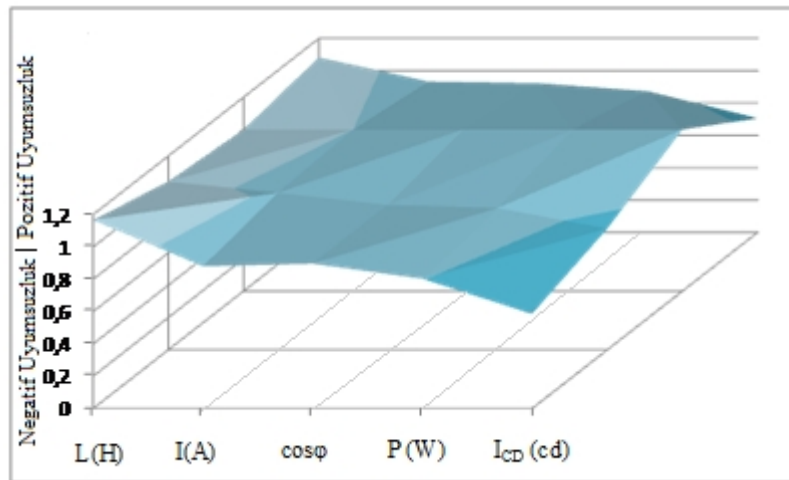
250 W esaslı balastlar ve projektör tipli metal buharlı deşarj lambaları için gerçekleştirilen farklı karşılaştırmalara göre elde edilen matrisel formlar aşağıda

listelenmiştir. Bu ölçümler gerçekleştirilirken ölçümün gerçekleştirildiği ateşleme sonrası süre, 250 W metal halide lamba grubu için 240 sn olarak alınmıştır. Burada matrisin 1. sütunu endüktansı, 2. sütunu akımı, 3. sütunu güç katsayısını, 4. sütunu gücü ve 5. sütunu da ışık şiddetini göstermektedir. Satırlar ise 4 farklı balastı göstermektedir.

- 250 W METAL HALIDE A LAMBASI T=240 S İçin;

$$K1 = \begin{bmatrix} 0,26 & 2,67 & 0,36 & 214 & 1401 \\ 0,24 & 2,86 & 0,39 & 245 & 1984 \\ 0,25 & 2,78 & 0,35 & 215 & 1488 \\ 0,28 & 2,52 & 0,35 & 197 & 1163 \end{bmatrix}$$

K1 matrisinden elde edilen ve Şekil 6. 5’de verilen 250 W Esaslı metal halide A lambası uyumluluk grafiğinde, 4 farklı balast için yapılan ölçümler sonucu “X” ekseninde balastın endüktansı, balastın akımı, güç katsayısı, gücü ve ışık şiddeti değişimleri görülmektedir. “Z” ekseninde ise lamba-balast uyumluluk durumları sınır değeri 1 olarak verilmiş ve bu değer altında veya üstünde olması durumları incelenmiştir.



Şekil 6.5. 250 W Esaslı metal halide A lambası uyumluluk grafiği.

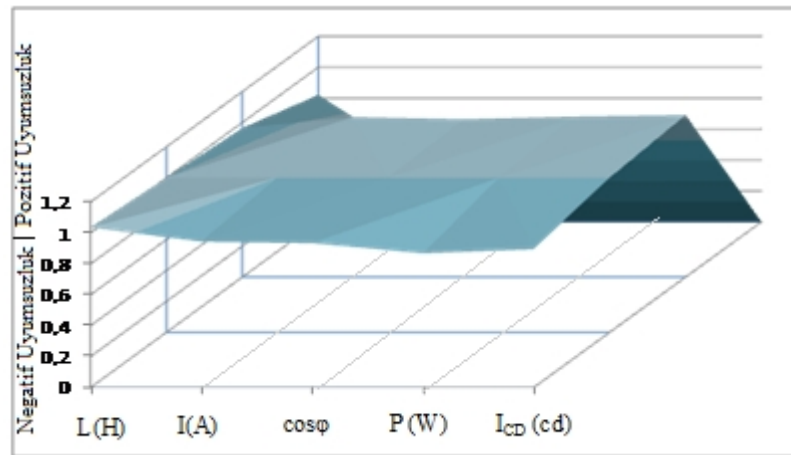


- 250 W METAL HALIDE B LAMBASI T=240 s için;

$$K2 = \begin{bmatrix} 0,23 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,27 & 2,61 & 0,47 & 270 & 2269 \\ 0,28 & 2,52 & 0,46 & 260 & 2165 \\ 0,29 & 2,38 & 0,43 & 226 & 1939 \end{bmatrix}$$

K2 matrisinden elde edilen ve Şekil 6.6'da verilen 250 W Esaslı metal halide B lambası uyumluluk grafiğinde, 4 farklı balast için yapılan ölçümler sonucu "X" ekseninde balastın endüktansı, balastın akımı, güç katsayısı, gücü ve ışık şiddeti değişimleri görülmektedir. "Z" ekseninde ise lamba-balast uyumluluk durumları sınır değeri 1 olarak verilmiş ve bu değer altında veya üstünde olması durumları incelenmiştir.

K2 matrisinde ve Şekil 6.6'da 0 olarak görülen değerlerde balast lambayı T=240 s'ye kadar ateşleyememiş ve akım, güç katsayısı, güç ve ışık şiddeti 0 olarak ölçülmüştür.

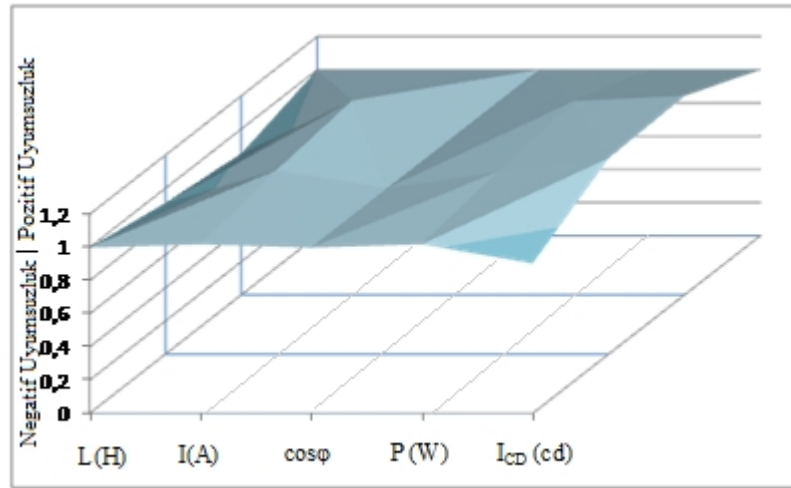


Şekil 6.6. 250 W Esaslı metal halide B lambası uyumluluk grafiği.

- 250 W METAL HALIDE C LAMBASI T=240 s için;

$$K3 = \begin{bmatrix} 0,34 & 2,04 & 0,56 & 250 & 2500 \\ 0,29 & 2,39 & 0,56 & 292 & 3000 \\ 0,31 & 2,26 & 0,56 & 275 & 2953 \\ 0,34 & 2,08 & 0,56 & 255 & 2263 \end{bmatrix}$$

K3 matrisinden elde edilen ve Şekil 6.7’de verilen 250 W Esaslı metal halide C lambası uyumluluk grafiğinde, 4 farklı balast için yapılan ölçümler sonucu “X” ekseninde balastın endüktansı, balastın akımı, güç katsayısı, gücü ve ışık şiddeti değişimleri görülmektedir.

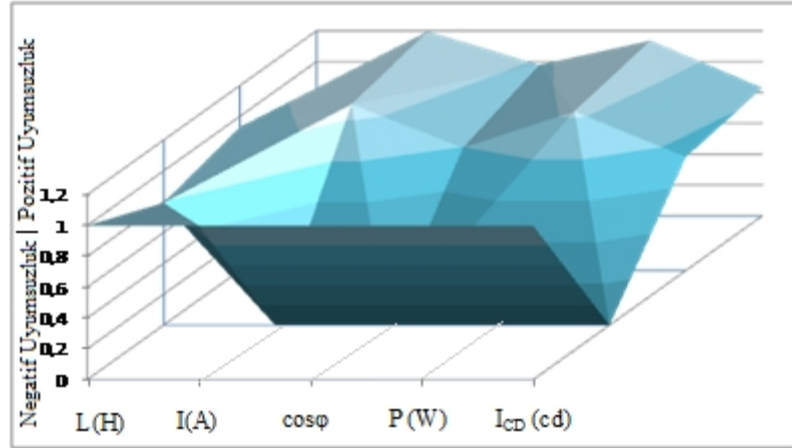


Şekil 6.7. 250 W Esaslı metal halide C lambası uyumluluk grafiği.

- 250 W METAL HALIDE D LAMBASI T=240 s için;

$$K4 = \begin{bmatrix} 0,24 & 2,91 & 0,48 & 314 & 1400 \\ 0,27 & 2,62 & 0,39 & 285 & 1240 \\ 0,23 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,29 & 2,43 & 0,49 & 276 & 1686 \end{bmatrix}$$

K4 matrisinden elde edilen ve Şekil 6.8’de verilen 250 W Esaslı metal halide D lambası uyumluluk grafiğinde, 4 farklı balast için yapılan ölçümler sonucu “X” ekseninde balastın endüktansı, balastın akımı, güç katsayısı, gücü ve ışık şiddeti değişimleri görülmektedir.



Şekil 6.8. 250 W Esaslı metal halide D lambası uyumluluk grafiği.

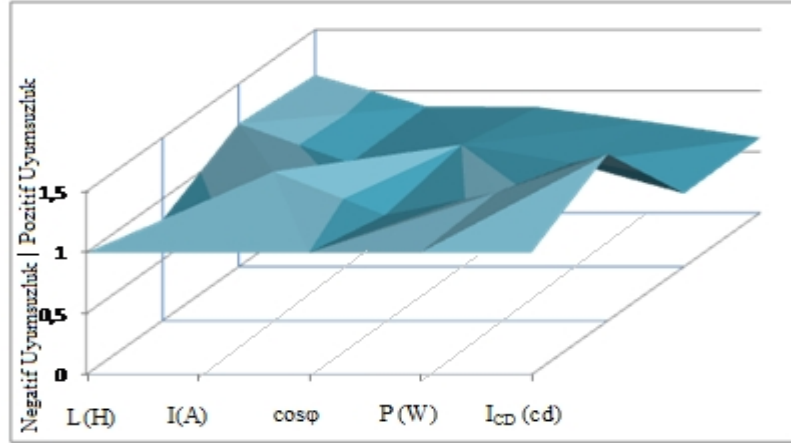
### 6.3.2 400 W Metal halide esash uygulamalar ve ölçümler

400 W esaslı balastlar ve projektör tipli metal buharlı deşarj lambaları için gerçekleştirilen farklı karşılaştırmalara göre elde edilen matrissel formlar aşağıda listelenmiştir. Bu ölçümler gerçekleştirilirken ölçümün gerçekleştirildiği ateşleme sonrası süre, 400 W metal halide lamba grubu için 240 sn olarak alınmıştır.

- 400 W METAL HALIDE A LAMBASI T=240 s için;

$$K5 = \begin{bmatrix} 0,26 & 2,66 & 0,52 & 301 & 1800 \\ 0,27 & 2,60 & 0,60 & 343 & 1758 \\ 0,19 & 3,73 & 0,52 & 424 & 4000 \\ 0,23 & 3,05 & 0,60 & 403 & 2927 \end{bmatrix}$$

K5 matrisinden elde edilen ve Şekil 6.9'da verilen 400 W Esaslı metal halide A lambası uyumluluk grafiğinde, 4 farklı balast için yapılan ölçümler sonucu “X” ekseninde balastın endüktansı, balastın akımı, güç katsayısı, gücü ve ışık şiddeti değişimleri görülmektedir.

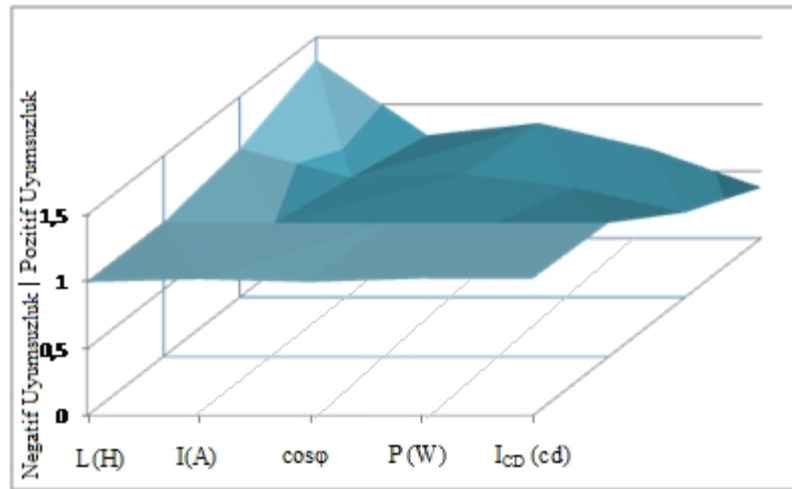


Şekil 6.9. 400 W Esaslı metal halide A lambası uyumluluk grafiği.

- 400 W METAL HALIDE B LAMBASI T=240 s için;

$$K6 = \begin{bmatrix} 0,24 & 2,94 & 0,43 & 279 & 1310 \\ 0,20 & 3,42 & 0,46 & 342 & 2200 \\ 0,18 & 3,82 & 0,50 & 417 & 3469 \\ 0,18 & 3,90 & 0,50 & 428 & 3556 \end{bmatrix}$$

K6 matrisinden elde edilen ve Şekil 6.10'da verilen 400 W Esaslı metal halide B lambası uyumluluk grafiğinde, 4 farklı balast için yapılan ölçümler sonucu “X” ekseninde balastın endüktansı, balastın akımı, güç katsayısı, gücü ve ışık şiddeti değişimleri görülmektedir.

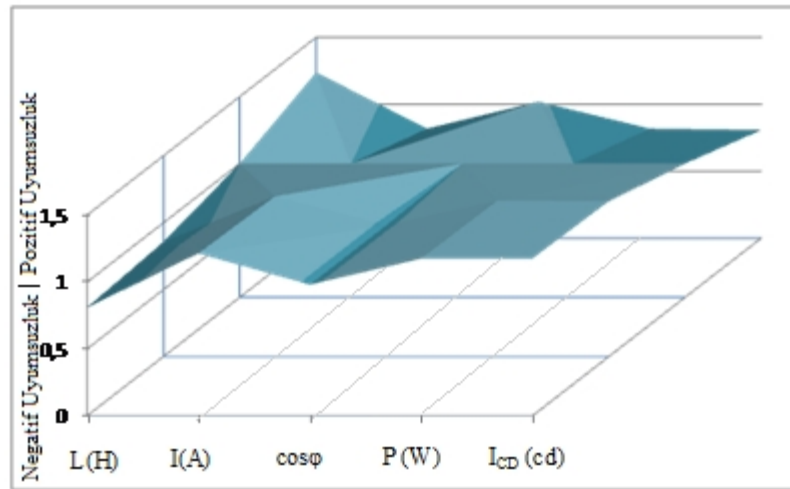


Şekil 6.10. 400 W Esaslı metal halide B lambası uyumluluk grafiği.

- 400 W METAL HALIDE C LAMBASI T=240 s için;

$$K7 = \begin{bmatrix} 0,26 & 2,71 & 0,53 & 327 & 2825 \\ 0,21 & 3,31 & 0,52 & 400 & 3495 \\ 0,18 & 3,96 & 0,51 & 466 & 4059 \\ 0,17 & 4,02 & 0,51 & 470 & 4110 \end{bmatrix}$$

K7 matrisinden elde edilen ve Şekil 6.11’de verilen 400 W Esaslı metal halide C lambası uyumluluk grafiğinde, 4 farklı balast için yapılan ölçümler sonucu “X” ekseninde balastın endüktansı, balastın akımı, güç katsayısı, gücü ve ışık şiddeti değişimleri görülmektedir.



Şekil 6.11. 400 W Esaslı metal halide C lambası uyumluluk grafiği.

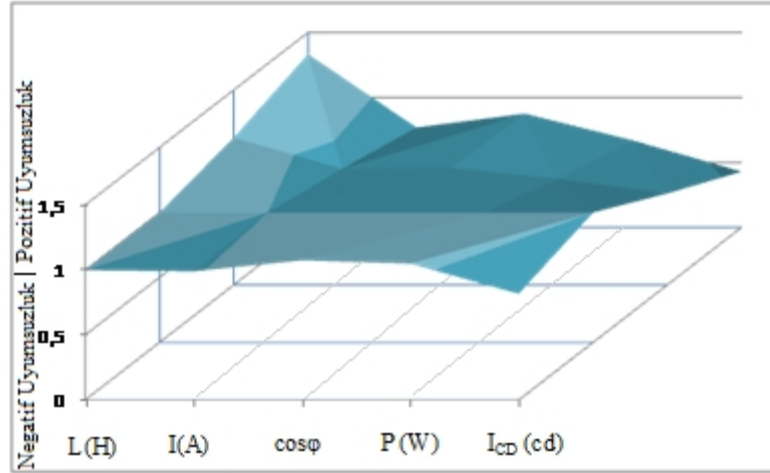
### 6.3.3 400 W Sodyum buharlı esaslı uygulamalar ve ölçümler

400 W esaslı balastlar ve projektör tipli sodyum buharlı deşarj lambaları için gerçekleştirilen farklı karşılaştırmalara göre elde edilen matrissel formlar aşağıda listelenmiştir. Bu ölçümler gerçekleştirilirken ölçümün gerçekleştirildiği ateşleme sonrası süre, 400 W sodyum buharlı lamba grubu için 360 sn olarak alınmıştır.

- 400 W SODYUM BUHARLI A LAMBASI T=360 s için;

$$L1 = \begin{bmatrix} 0,20 & 3,48 & 0,35 & 280 & 4253 \\ 0,17 & 4,05 & 0,36 & 342 & 6982 \\ 0,15 & 4,53 & 0,40 & 419 & 9920 \\ 0,15 & 4,49 & 0,43 & 440 & 8110 \end{bmatrix}$$

L1 matrisinden elde edilen ve Şekil 6.12’de verilen 400 W Esaslı sodyum buharlı A lambası uyumluluk grafiğinde, 4 farklı balast için yapılan ölçümler sonucu “X” ekseninde balastın endüktansı, balastın akımı, güç katsayısı, gücü ve ışık şiddeti değişimleri görülmektedir.

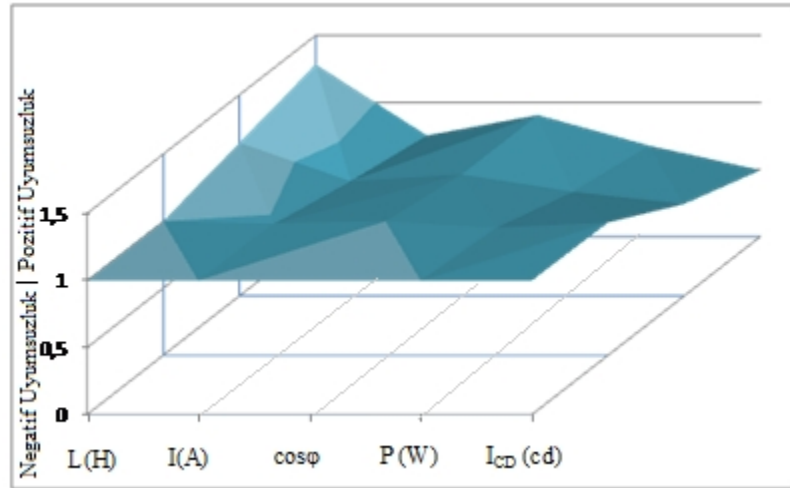


Şekil 6. 12. 400 W Esaslı Sodyum buharlı A lambası uyumluluk grafiği

- 400 W SODYUM BUHARLI B LAMBASI T=360 s için;

$$L2 = \begin{bmatrix} 0,18 & 3,83 & 0,29 & 255 & 2458 \\ 0,16 & 4,35 & 0,29 & 292 & 3404 \\ 0,14 & 4,99 & 0,32 & 358 & 4918 \\ 0,14 & 5,08 & 0,32 & 376 & 4963 \end{bmatrix}$$

L2 matrisinden elde edilen ve Şekil 6.13’de verilen 400 W Esaslı sodyum buharlı B lambası uyumluluk grafiğinde, 4 farklı balast için yapılan ölçümler sonucu “X” ekseninde balastın endüktansı, balastın akımı, güç katsayısı, gücü ve ışık şiddeti değişimleri görülmektedir.



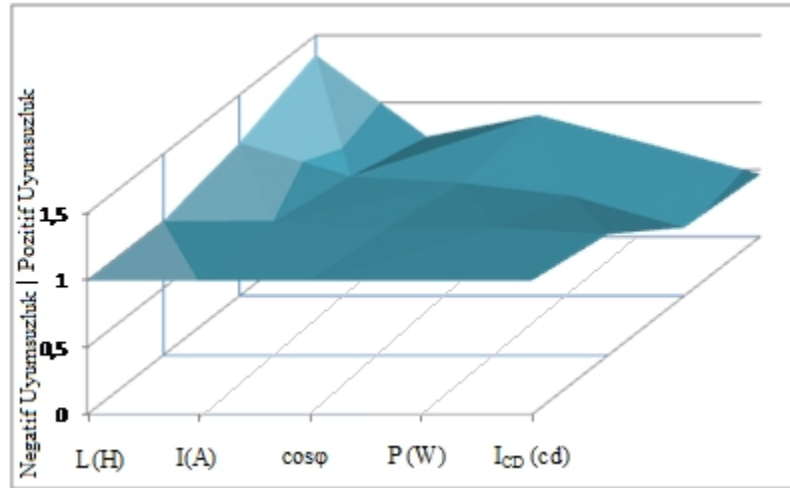
Şekil 6. 13. 400 W Esaslı Sodyum buharlı B lambası uyumluluk grafiği

- 400 W SODYUM BUHARLI C LAMBASI T=360 s için;

$$L3 = \begin{bmatrix} 0,19 & 3,77 & 0,29 & 255 & 3299 \\ 0,16 & 4,51 & 0,27 & 275 & 3608 \\ 0,14 & 5,05 & 0,30 & 352 & 6402 \\ 0,14 & 5,06 & 0,32 & 369 & 7085 \end{bmatrix}$$

L3 matrisinden elde edilen ve Şekil 6.14'de verilen 400 W Esaslı sodyum buharlı C lambası uyumluluk grafiğinde, 4 farklı balast için yapılan ölçümler sonucu "X" ekseninde balastın endüktansı, balastın akımı, güç katsayısı, gücü ve ışık şiddeti değişimleri görülmektedir.





Şekil 6.14. 400 W Esaslı Sodyum buharlı C lambası uyumluluk grafiği.

#### 6.4 Regresyon Analizi

Çalışmada 250 W metal halide, 400 W metal halide ve 400 W sodyum buharlı projektör tipi deşarj lambaları için gerçekleştirilen ölçüm verileri, regresyon yaklaşım metodu kullanılarak, farklı güçteki projektör tipi deşarj lambaları için;  $L(H)$ ,  $I(A)$ ,  $\cos \phi$  ve  $I_{CD}(cd)$  değerleri tahmin edilmiştir.

Çizelge 6.6'da regresyon yaklaşımında esas alınan 250 W metal halide ölçümleri görülmektedir. Bu çizelgede yer alan değerler kullanılarak, farklı güçteki bir balast tasarımı yapılmak istendiğinde, balastın endüktans değerinin, ortalama güç değeri ile ters orantılı olarak değiştiği ve E. 6.1 eşitliği ile yaklaşık olarak ifade edilebildiği anlaşılmıştır. Balastın akım değerinin, ortalama güç değeri ile doğru orantılı olarak değiştiği ve E.6.2 eşitliği ile yaklaşık olarak ifade edilebildiği anlaşılmıştır. Balastın devrede oluşturacağı güç katsayısının, ortalama güç değeri ile parametrik fonksiyonlu olarak değiştiği ve E. 6.3 eşitliği ile yaklaşık olarak ifade edilebildiği anlaşılmıştır. Balastın lambada oluşturacağı maksimum ışık şiddetinin, ortalama güç değeri ile logaritmik parametrik fonksiyon olarak değiştiği ve E. 6. 4 eşitliği ile yaklaşık olarak ifade edilebildiği anlaşılmıştır.

$$L_x = \frac{\bar{P}}{P_x} \times \bar{L} \quad (\text{E.6.1})$$

$$I_x = \frac{P_x}{\bar{P}} \times \bar{I} \quad (\text{E.6.2})$$

$$\cos \varphi_x = 0,3 + \frac{P_x}{10x\bar{P}} \times \text{Cos}_{ort} \varphi \quad (\text{E.6.3})$$

$$I_{CD}(cd)_x = \log \frac{(P_x^2 / 10)}{\bar{P}} \times I_{CD}(cd)_{ort} \quad (\text{E.6.4})$$

Bu eşitliklerde L endüktansı (H), P güç değerini (W), I akım değerini (A),  $\cos \varphi$  güç katsayısını,  $I_{CD}$  ise ışık şiddetini (cd) göstermektedir.

**Çizelge 6. 6.** Regresyon yaklaşımında esas alınan 250 W metal halide ölçümleri.

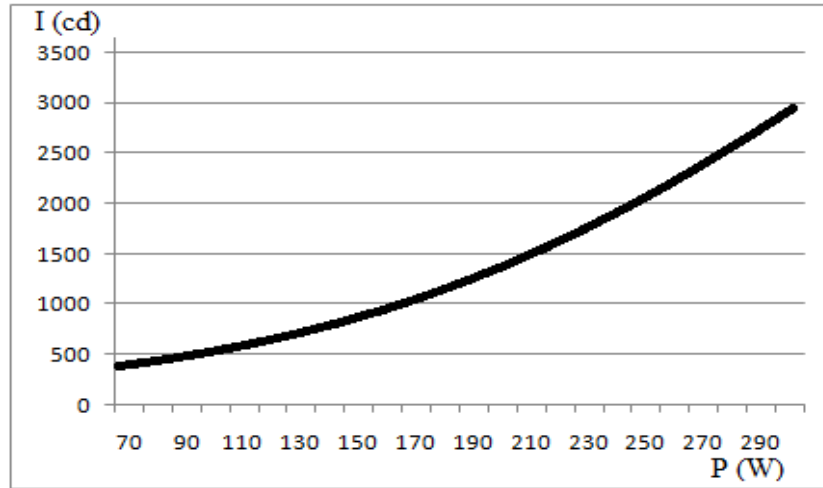
L (H)	I (A)	cosφ	P (W)	I (cd)
0,26	2,67	0,36	214	1401
0,24	2,86	0,39	245	1984
0,25	2,78	0,35	215	1488
0,28	2,52	0,35	197	1163
0,27	2,61	0,47	270	2269
0,28	2,52	0,46	260	2165
0,29	2,38	0,43	226	1939
0,34	2,04	0,56	250	2500
0,29	2,39	0,56	292	3000
0,31	2,26	0,56	275	2953
0,34	2,08	0,56	255	2263
0,24	2,91	0,48	314	1400
0,27	2,62	0,39	285	1240
0,29	2,43	0,49	276	1686

E.6.1, E.6.2, E. 6.3 ve E.6.4 eşitlikleri kullanılarak gerçekleştirilen regresyon yaklaşımları ile Çizelge 6.6'daki veriler esas alınarak 70-300 W esaslı metal halide deşarj lambaları için endüktans, akım, güç katsayısı ve maksimum ışık şiddeti tahminleri Çizelge 6.7'de verilmiştir.

**Çizelge 6.7.** Regresyon yaklaşımı ve 250 W metal halise esaslı ölçümler kullanılarak, 70-300 W esaslı metal halide deşarj lambaları için endüktans, akım, güç katsayısı ve maksimum ışık şiddeti tahminleri.

P (W)	L (H)	I (A)	cosφ	I (cd)
70	1,03	0,69	0,36	454,4
80	0,90	0,79	0,37	554,9
90	0,80	0,88	0,38	659,6
100	0,72	0,98	0,39	768,1
110	0,65	1,08	0,39	879,9
120	0,60	1,18	0,40	994,7
130	0,55	1,28	0,41	1.112,3
140	0,51	1,37	0,42	1.232,4
150	0,48	1,47	0,43	1.355,0
160	0,45	1,57	0,44	1.479, 8
170	0,42	1,67	0,45	1.606,6
180	0,40	1,77	0,45	1.735,5
190	0,38	1,86	0,46	1.866,1
200	0,36	1,96	0,47	1.998,6
210	0,34	2,06	0,48	2.132,7
220	0,33	2,16	0,49	2.268,4
230	0,31	2,26	0,50	2.405,6
240	0,30	2,36	0,51	2.544,3
250	0,29	2,45	0,51	2.684,3
260	0,28	2,55	0,52	2.825,7
270	0,27	2,65	0,53	2.968,4
280	0,26	2,75	0,54	3.112,3
290	0,25	2,85	0,55	3.257,4
300	0,24	2,94	0,56	3.403,6

Şekil 6.15’de ise, 70-300 W güç aralığında metal halide lambalar için regresyon yaklaşımı ile elde edilen değerlerin değişim grafiği verilmiştir.



**Şekil 6.15.** Regresyon yaklaşımı ile elde edilen değerler için metal halide, 70-300 W aralığında  $I(\text{cd})=f(P)$  değişim grafiği.

Benzer şekilde, E.6.1, E.6.2, E.6.3 ve E.6.4 eşitlikleri kullanılarak gerçekleştirilen regresyon yaklaşımları ile Çizelge 6.8'deki veriler esas alınarak 310-540 W esaslı metal halide deşarj lambaları için endüktans, akım, güç katsayısı ve maksimum ışık şiddeti tahminleri Çizelge 6.9'da verilmiştir.

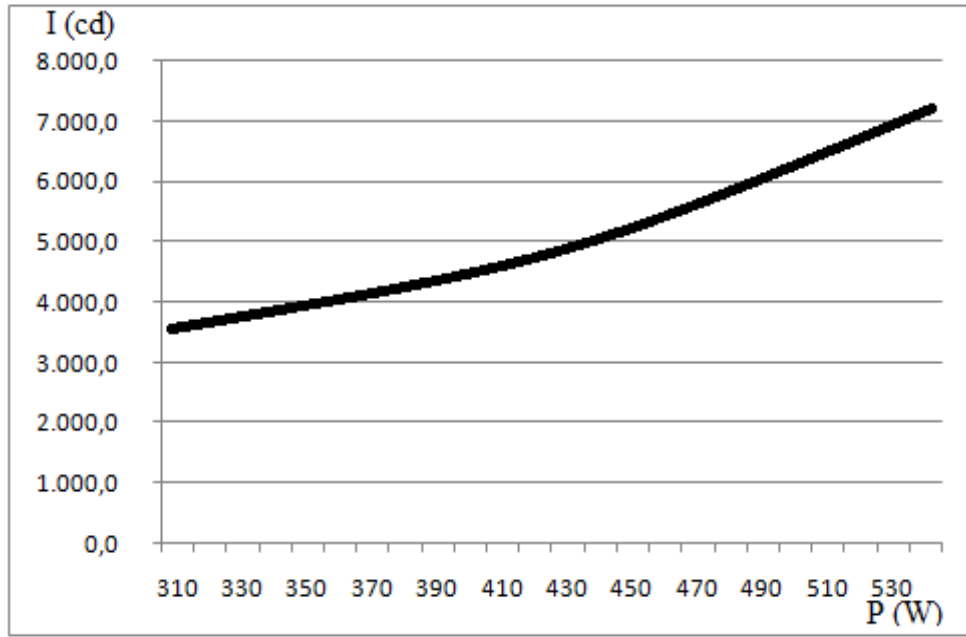
**Çizelge 6. 8.** Regresyon yaklaşımında esas alınan 400 W metal halide ölçümleri.

L (H)	I (A)	cosφ	P (W)	I (cd)
0,26	2,66	0,52	301	1800
0,27	2,6	0,6	343	1758
0,19	3,73	0,52	424	4000
0,23	3,05	0,6	403	2927
0,24	2,94	0,43	279	1310
0 2	3,42	0,46	342	2200
0,18	3,82	0,5	417	3469
0,18	3,9	0,5	428	3556
0,26	2,71	0,53	327	2825
0,21	3,31	0,52	400	3495
0,18	3,96	0,51	466	4059
0,17	4,02	0,51	470	4110

**Çizelge 6.9.** Regresyon yaklaşımı ve 400 W metal halide esaslı ölçümler kullanılarak, 310-540 W esaslı metal halide deşarj lambaları için endüktans, akım, güç katsayısı ve maksimum ışık şiddeti tahminleri.

P (W)	L (H)	I (A)	cosφ	I (cd)
310	0,26	2,70	0,46	3.568,8
320	0,26	2,79	0,46	3.718,0
330	0,25	2,88	0,47	3.868,2
340	0,24	2,97	0,47	4.019,5
350	0,23	3,05	0,48	4.171,7
360	0,23	3,14	0,48	4.324,9
370	0,22	3,23	0,49	4.479,0
380	0,22	3,31	0,49	4.634,1
390	0,21	3,40	0,50	4.790,0
400	0,21	3,49	0,50	4.946,7
410	0,20	3,58	0,51	5.104,4
420	0,20	3,66	0,51	5.262,8
430	0,19	3,75	0,52	5.422,0
440	0,19	3,84	0,52	5.582,0
450	0,18	3,92	0,53	5.742,8
460	0,18	4,01	0,53	5.904,3
470	0,17	4,10	0,54	6.066,5
480	0,17	4,19	0,54	6.229,5
490	0,17	4,27	0,55	6.393,1
500	0,16	4,36	0,55	6.557,5
510	0,16	4,45	0,56	6.722,5
520	0,16	4,54	0,56	6.888,1
530	0,15	4,62	0,57	7.054,5
540	0,15	4,71	0,57	7.221,4

Şekil 6.16'da ise, 310-540 W güç aralığında metal halide lambalar için regresyon yaklaşımı ile elde edilen değerlerin değişim grafiği verilmiştir.



**Şekil 6.16.** Regresyon yaklaşımı ile elde edilen değerler için metal halide, 310-540 W aralığında  $I(\text{cd})=f(P)$  değişim grafiği.

$$\cos \varphi_x = 0,1 + \frac{P_x}{10x\bar{P}} \times \text{Cos}_{\text{ort}} \varphi \quad (\text{E.6.5})$$

**Çizelge 6.10.** Regresyon yaklaşımında esas alınan 400 W sodyum buharlı ölçümleri.

L (H)	I (A)	cosφ	P (W)	I (cd)
0,2	3,48	0,35	280	4253
0,17	4,05	0,36	342	6982
0,15	4,53	0,4	419	9920
0,15	4,49	0,43	440	8110
0,18	3,83	0,29	255	2458
0,16	4,35	0,29	292	3404
0,14	4,99	0,32	358	4918
0,14	5,08	0,32	376	4963
0,19	3,77	0,29	255	3299
0,16	4,51	0,27	275	3608
0,14	5,05	0,3	352	6402
0,14	5,06	0,32	369	7085

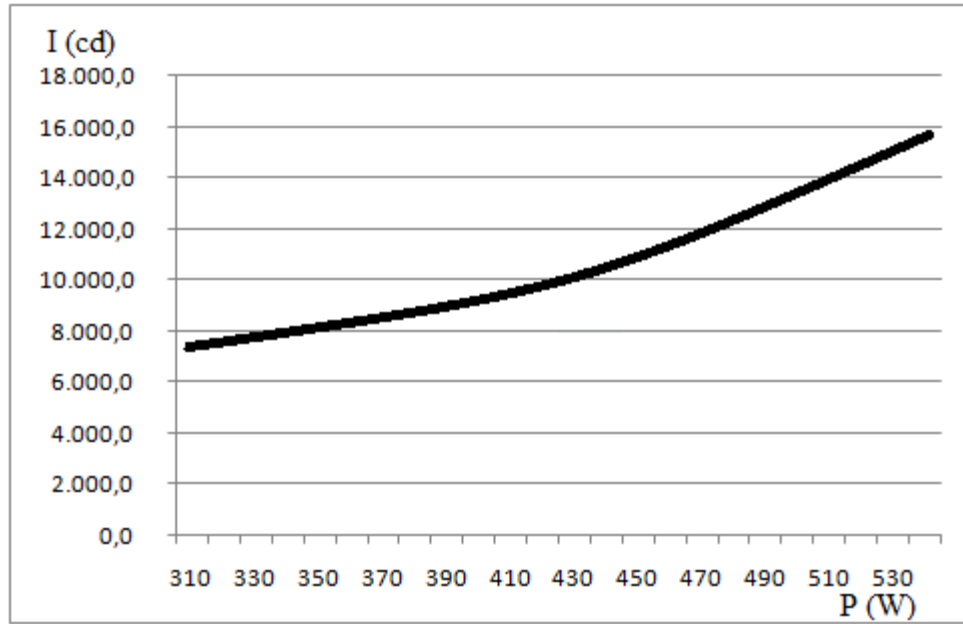
E.6.3'te verilen güç katsayısı ile ilgili eşitlik değerinin sodyum buharlı lambalarda uygun yakınsama gerçekleştirilememesi üzerine, regresyon yaklaşımı kullanılarak E 6.5 parametrik eşitliği elde edilmiştir.

**Çizelge 6.11.** Regresyon yaklaşımı ve 400 W sodyum buharlı esaslı ölçümler kullanılarak, 310-540 W esaslı sodyum buharlı deşarj lambaları için endüktans, akım, güç katsayısı ve maksimum ışık şiddeti tahminleri.

P (W)	L (H)	I (A)	cosφ	I (cd)
310	0,17	4,11	0,38	7.534,7
320	0,17	4,24	0,39	7.849,7
330	0,16	4,37	0,40	8.166,9
340	0,16	4,51	0,41	8.486,2
350	0,15	4,64	0,42	8.807,6
360	0,15	4,77	0,43	9.131,0
370	0,14	4,90	0,44	9.456,4
380	0,14	5,04	0,45	9.783,7
390	0,14	5,17	0,46	10.112,9
400	0,13	5,30	0,46	10.443,9
410	0,13	5,43	0,47	10.776,6
420	0,13	5,57	0,48	11.111,1
430	0,12	5,70	0,49	11.447,2
440	0,12	5,83	0,50	11.785,1
450	0,12	5,96	0,51	12.124,5
460	0,12	6,10	0,52	12.465,5
470	0,11	6,23	0,53	12.808,0
480	0,11	6,36	0,54	13.152,0
490	0,11	6,49	0,55	13.497,6
500	0,11	6,63	0,56	13.844,5
510	0,10	6,76	0,56	14.192,9
520	0,10	6,89	0,57	14.542,6
530	0,10	7,02	0,58	14.893,8
540	0,10	7,16	0,59	15.246,2

E.6.1, E.6.2, E.6.4 ve farklı olarak E.6.5 eşitlikleri kullanılarak gerçekleştirilen regresyon yaklaşımları ile Çizelge 6.10'daki veriler esas alınarak 310-540 W esaslı sodyum buharlı deşarj lambaları için endüktans, akım, güç katsayısı ve maksimum ışık şiddeti tahminleri ise Çizelge 6.11'de verilmiştir.

Şekil 6.17'de ise, 310-540 W güç aralığında sodyum buharlı lambalar için regresyon yaklaşımı ile elde edilen değerlerin değişim grafiği verilmiştir



**Şekil 6. 17.** Regresyon yaklaşımı ile elde edilen değerler için sodyum buharlı, 310-540 W aralığında  $I(\text{cd})=f(P)$  değişim grafiği.



## 7 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Deşarj lambalarında lamba balast uyumluluğu, lambanın etkili ve verimli kullanılabilmesi için gereklidir. Balast-lamba uyumsuzluklarında sıklıkla karşılaşılan sorun, balastı ya da çoğunlukla lambası sonradan arıza sonucu değiştirilen armatürlerdir. Balastı ya da lambası değiştirildikten sonra gerekli test ya da kontrolleri gerçekleştirilmeyen armatürlerde balast-lamba uyumsuzluk problemleri görülebilir. Burada balast lamba uyum sorunları incelenerek, sorunun önemi ortaya daha detaylı bir çalışma ile ortaya konularak, özellikle ülkemizde aydınlatmanın daha verimli olarak gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

Gerçekleştirilen çalışmada, projektör tip deşarj lambaları ve bu lambalar için kullanılmakta olan elektromanyetik balastlar ele alınmıştır. Uygulamalı olarak gerçekleştirilen çalışmada, farklı markalardaki deşarj lambaları ve balastların laboratuvar şartlarında analizi yapılarak uyum\uyumsuzluk durumları incelenmiştir. Uyum durumlarını sağlayan kriterler tablolar ve grafiklerle açıklanarak bu kriterler doğrultusunda uyum çalışmaları yapılmıştır. Laboratuvar şartlarında, çalışma kapsamındaki proje için temin edilen araç, gereç ve sarf malzemeleri ile deneyler gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilmekte olan projede, farklı türdeki deşarj lambaları ve balastlar için deneyler, laboratuvar şartlarında ölçü aletleri ve analizörler ile yapılmıştır. Çalışmada, lamba-balast uyumluluğunun en yüksek oranda sağlandığı çalışma şartlarında, gerek elde edilen ışık akısı, gerekse lamba ömrü için optimum çözüme ulaşıldığı görülmüştür.

Elektromanyetik veya elektronik balastlar-deşarj lambaları arasındaki pozitif uyumsuzluk sorunlarının, gerektiğinden fazla güç çekilmesine neden olduğu saptanarak ve lamba ömrüne olumsuz etki yaptığı öngörülmüştür. Ayrıca, bu durumda transfer ettikleri gücün toleransı geçen ölçüde bir kısmını da kendi üzerlerinde kaybedebilmektedir. Deşarj lambaları ile uyumsuz olan balastların negatif uyumsuzluk gösterdikleri durumlarda ise, şebekeden gerektiği kadar güç transferi yapılamadığı tespit edilmiş olup, bu durumda elde edilen ışık akısının yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca, ölçümlerde elde edilen verilerden yararlanılarak, regresyon yaklaşımları ile farklı güçlerdeki deşarj lambalarına ait endüktans (balasta ait), akım, güç katsayısı

projektör tipi deşarj lambasından sağlanabilecek maksimum ışık şiddeti değerleri tahmin edilmiştir. Bu tahminler, farklı güçlerdeki deşarj lambaları için gerekli balast parametrelerinin sağlanılmasına yönelik olduğu gibi, nominal güçlerdeki deşarj lambalarının, nominal gücün altındaki ve üstündeki güçlerde çalışma durumları için de bir veri grubu oluşturmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Aydınlatma Tasarım, <http://www.aydinlatmatasarim.com>, 2014.
- Aylık Televizyon, Radyo, Sinema Teknolojileri Dergisi, “Renk ve Televizyon-1”  
<http://www.broadcasterinfo.net/52/makale/4-grnt/22-goruntu.html>, 2014.
- Bayar, B., “İstatiksel Çözümleme Teknikleri 1:Regresyon Analizi”, Yüksek Lisans Tezi(Yeyinlanmamış), *Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü*, Eskişehir, 2003.
- Byszewski, W. W., Li, Y. M., Budinger, A. B., Gregor, P. D., “Advances in starting high-intensity discharge lamps”, *Plasma Sources Science and Technology*,5(4): 720-35(1996).
- Conway, K. M., “Commercial Lighting Efficiency Resource Book”, CU-7427 Research Project 2285-20, *The Lighting Research Center Rensselaer Polytechnic Institute*, New York, Chapter Two, 1991.
- Cuttle, C., "Lighting by Design", 2. Ed. *Architectural Press Elsevier*, ISBN:978-0-7506-8768-3, Slovenia, 123-132(2008).
- Dmitry, G., “Schematic wiring diagram of ignitor”, [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wiring\\_diagram\\_of\\_ignitor\\_for\\_sodium-vapor\\_lamps.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wiring_diagram_of_ignitor_for_sodium-vapor_lamps.JPG), 2014.
- Dorr, D. S., Mansoor, A., Morinec, A. G., Worley, J. C., “Effects of power line voltage variations on different types of 400-W high-pressure sodium ballasts”, Industry Applications, *IEEE Transactions on* 33(2):472-476(1997).
- Dr. Chan, A.L.S., “Lamps”, <http://personal.cityu.edu.hk/~bsapplec/lamps.htm>, 2014.
- Flesch, P., “Light and Light Sources:High-Intensity Discharge Lamps”, *Springer*, ISBN-10 3-540-32684-7, 16-39(2006).

Foton Elektroteknik, “Balastlar”, <http://www.fotonelektroteknik.com.tr>, 2014.

Fritt, B., Thornley, J., “Lighting Technology”, *Second Edition, Focal Press*, 62-69(2002).

Garcia, J. G., Cardesin, J., Martin-Ramos, J. A., Dalla-Costa, M. A., “Series Igniters Effects in Metal Halide Lamps Operation With High Frequency Ballasts: Study and Minimization”, *Power Electronics, IEEE Transactions on* ,22 (3):889-898(2007).

GE, “High Intensity Discharge Lamps Spectrum (Catalogue)”, <http://www.gelighting.com>, 2013.

Gordon, G., “Interior Lighting for Designers”, *John Wiley&Sons Inc.* , USA, 92-96(2003).

Illuminating Engineering Society of North America,, “IESNA Lighting Handbook”, *IESNA*, USA, 269-280(2000).

Illuminating Engineering Society of North America, “Advanced Energy Design Guides”, <http://www.iesna.org>, 2014.

Indalux, “Lighting Engineering Book 2002”, Chapter 5-8, <http://www.indalux.es>, 2014.

International Commission on Illumination, “Report on an Intercomparison of Measurements of the Luminous Flux of High-Pressure Sodium Lamps”, <http://www.cie.co.at>, 2014.

International Rectifier, “Elektronik Balast Tasarımı”, <http://320volt.com/international-rectifier-elektronik-balast-tasarim-programi>, 2014.

- İmal, N., Uyaroğlu, Y., “Deşarj Lambalarında Balast Seçiminin Önemini ve Cıva Buharlı Lambalarda Etkileri”, *IV. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, İzmir, 2007.
- Karcioğlu, B., “Endüstriyel Tesis Aydınlatması”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2005.
- Kitsinelis S., “Light Sources Technologies and Applications”, *CRC Press Architectural Press.*, Chapter 4, 2011.
- Kwok, K. F., Eric Cheng, K. W., Dong Ping, “General study for design the HID ballasts”, *2nd International Conference on Power Electronics Systems and Applications*, 182-185(2006)
- Levin, R. E., Lemons, T. M., “High-Intensity Discharge Lamps and Their Environment”, *IEEE Transactions on* , 7( 2), USA, 1971.
- Lister, G. G., Lawler, J. E., Lapatovich, W. P., Godyak, V. A., “The physics of discharge Lamps”, Rev. Mod. Phys. 76, 541, *The American Physical Society*, 2004.
- Lyons, S., “Lighting For Industry and Security”, *Butterworth-Heinemann Ltd*, Great Britain, 89-92(1992).
- Onat(Saygı), H., “Elektronik balastlı floresan lambaların tekno-ekonomik bakımdan incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2000.
- Osram, “Products – Lamps: High Intensity Discharge Lamps”, [http://www.osram.com/osram\\_com/products/lamps/high-intensity-discharge-lamps/index.jsp](http://www.osram.com/osram_com/products/lamps/high-intensity-discharge-lamps/index.jsp), 2014.

Özenç, S., “Aydınlatma Sistemlerinde Kalite, Enerji Verimliliği ve Modelleme”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2007.

Philips, “Lamps&Lighting Electronics Catalogue 2010”, <http://www.philips.com>, 2013.

Philips Lighting, <http://www.lighting.philips.com>, 2014.

Philips., D., “Lighting Modern Buildings”, *Elsevier Architectural Press.*, Great Britain, 54-58(2000).

Schaefer, M., Bartels, C., Karplus, M., “Solution conformations of structuredpeptides: continuum electrostatics versus distance-dependent dielectric functions; Theoretical Chemistry Accounts: Theory, Computation, and Modeling (Theoretica Chimica Acta)”, *Theoretical Chemistry Accounts*, 101:1-3(1999).

Sclater, N., Traister, J., E., “Handbook of Electrical Design Details”, *Second Edition, The McGraw-Hills Companies*, USA, 287-291(2003).

Shvartsas, M., Beer-Sheva, Ben-Yaakov, S., “A SPICE compatible model of high intensity discharge lamps”, *Power Electronics Specialists Conference*, (2):1037-1042(1999).

Simons, R., H., Bean, A., R., “Lighting Engineering Applied Calculations”, *Elsevier Architectural Press.*, Great Britain, 505-509(2001).

Simpson, R., S., “Lighting Control-Technology and Applications”, *Focal Press*, , Italy 130-139(2003).

Slyvania, “Automotive Lamp Catalog”, [http://sylvaniaautomotivecatalog.wbdev.com/images/uminous\\_intensityI.gif](http://sylvaniaautomotivecatalog.wbdev.com/images/uminous_intensityI.gif), 2014.

- Stoffels, W. W., Baede, A. H. F. M., Van der Mullen, J. J. A. M., Haverlag, M., Zissis, G., “Definition of a high intensity metal halide discharge reference lamp”, *Measurement Science and Technology*, 17(11)(2006).
- The Worlds Of David Darling, “Encyclopedia of Science” [http://www.daviddarling.info/encyclopedia/G/Geissler\\_tube.html](http://www.daviddarling.info/encyclopedia/G/Geissler_tube.html), 2014.
- Ünal, A., “Aydınlatma Tasarımı ve Proje Uygulamaları”, *Birsen Yayınevi*, İstanbul, Bölüm 2-3, 2009.
- Venture Lighting, “Remote Mounting”, <http://www.venturelighting.com/techcenter/RemoteMounting.html>, 2014.
- Vossloh-Schwabe, “Component Systems for Lighting Applications”, <http://www.vossloh-schwabe.com>, 2014.
- Yan W., Ho, Y. K. E., Hui, S. Y. R., “Stability study and control methods for small-wattage high-intensity-discharge (HID) lamps”, *Industry Applications, IEEE Transactions*, 37(5):1522-1530(2001).
- Yunfen Ji. Troy, N. Y. , Davis, R., O'Rourke, C., Chui, E. W. M., “Compatibility testing of fluorescent lamp and ballast systems”, *Industry Applications, IEEE Transactions*, 35(6):1271-1276(1999).
- Zhou, J., Tao, F. ,Lee, F. C. ,Onishi, N. ,Okawa, M., “High power density electronic ballast for HID lamps”, *Industry Applications Conference 2002. 37th IAS Annual Meeting. Conference*, 3:1075-1880(2002).
- Zollweg, R. J., Liu, C. S., Hirayama, C., McNall, J. W., “An Ultra High Efficacy UHE) HID Lamp”, *Journal of the Illuminating Engineering Society*, 4(4):249-253(1975).

## EKLER

### EK 1. Deney Sonuçları

#### 250 W Metal halide A lambası için A balastı sonuçları

S.NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	24
2	30	220	3,40	0,22	160	455	
3	60	220	3,19	0,23	170	710	
4	90	220	2,82	0,28	205	1137	
5	120	220	2,75	0,35	210	210	
6	150	220	2,74	0,31	211	1280	
7	180	220	2,72	0,33	212	1365	
8	210	220	2,70	0,35	213	1390	
9	240	220	2,67	0,36	214	1401	265

#### 250 W Metal halide A lambası için B balastı sonuçları

S.NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	0,055	0,07	0,80	-	24
2	30	220	3,43	0,19	142	178	
3	60	220	3,31	0,28	155	267	
4	90	220	3,07	0,32	220	1200	
5	120	220	3,04	0,34	228	1263	
6	150	220	2,92	0,36	230	1573	
7	180	220	2,90	0,37	238	1650	
8	210	220	2,88	0,38	243	1718	
9	240	220	2,86	0,39	245	1984	355



**250 W Metal halide A lambası için C balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	0,052	0,05	0,70	-	24
2	30	220	3,45	0,20	127,5	159	
3	60	220	3,00	0,31	165	1077	
4	90	220	2,88	0,33	190	1088	
5	120	220	2,85	0,34	213	1094	
6	150	220	2,82	0,34	214	1133	
7	180	220	2,80	0,35	214	1232	
8	210	220	2,79	0,35	215	1324	
9	240	220	2,78	0,35	215	1488	290

**250 W Metal halide A lambası için D balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	24
2	30	220	3,06	0,20	130	177	
3	60	220	2,86	0,23	140	405	
4	90	220	2,80	0,25	162	641	
5	120	220	2,74	0,27	185	936	
6	150	220	2,61	0,33	198	955	
7	180	220	2,60	0,34	200	967	
8	210	220	2,54	0,34	200	1143	
9	240	220	2,52	0,35	197	1163	270

**250 W Metal halide B lambası için A balastı sonuçları**

S.NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0						
2	30						
3	60						
4	90						
5	120						
6	150						
7	180						
8	210						
9	240						

ATEŞLEMEDİ.

**250 W Metal halide B lambası için B balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	24
2	30	220	3,27	0,19	184	1080	
3	60	220		0,20	192	1205	
4	90	220		0,26	205	1340	
5	120	220	2,92	0,38	244	1689	
6	150	220		0,41	255	1710	
7	180	220		0,44	260	1840	
8	210	220	2,61	0,47	270	2100	
9	240	220	2,61	0,47	270	2269	380

**250 W Metal halide B lambası için C balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	0
2	30	220	3,12	0,20	120	50	
3	60	220	2,82	0,37	231	1351	
4	90	220	2,76	0,40	229	1355	
5	120	220	2,69	0,43	237	1543	
6	150	220	2,63	0,45	244	1759	
7	180	220	2,57	0,45	250	1855	
8	210	220	2,54	0,46	255	1936	
9	240	220	2,53	0,46	260	2165	390

**250 W Metal halide B lambası için D balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	24
2	30	220	3,15	0,18	100	100	
3	60	220	3,05	0,25	186	328	
4	90	220	2,97	0,29	202	447	
5	120	220	2,50	0,38	211	1381	
6	150	220	2,43	0,4	214	1558	
7	180	220	2,42	0,42	221	1845	
8	210	220	2,40	0,42	223	1882	
9	240	220	2,38	0,43	226	1939	315

### 250 W Metal halide C lambası için A balastı sonuçları

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0		-	-	-	-	24
2	30		3,20	0,23	140	1035	
3	60		2,85	0,31	145	1640	
4	90		2,62	0,37	172	1870	
5	120		2,46	0,42	225	1980	
6	150		2,30	0,47	235	2010	
7	180		2,05	0,55	249	2420	
8	210		2,05	0,55	249	2450	
9	240	220	2,04	0,56	250	2500	376

### 250 W Metal halide C lambası için B balastı sonuçları

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	
2	30	220	3,15	0,22	160	108	
3	60	220	3,05	0,24	180	160	
4	90	220	2,97	0,26	190	440	
5	120	220	2,50	0,30	205	520	
6	150	220	2,45	0,34	210	1200	
7	180	220	2,40	0,41	284	2190	
8	210	220	2,38	0,55	292	2910	
9	240	220	2,39	0,56	292	3000	417

### 250 W Metal halide C lambası için C balastı sonuçları

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	0
2	30	220	3,11	0,21	130	100	
3	60	220	2,90	0,28	143	217	
4	90	220	2,67	0,32	145	420	
5	120	220	2,58	0,37	170	840	
6	150	220	2,45	0,44	180	1305	
7	180	220	2,32	0,52	270	1695	
8	210	220	2,27	0,55	275	2670	
9	240	220	2,26	0,56	275	2953	407

**250 W Metal halide C lambası için D balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	24
2	30	220	3,05	0,19	122	65	
3	60	220	2,99	0,21	135	163	
4	90	220	2,86	0,25	150	410	
5	120	220	2,60	0,37	196	770	
6	150	220	2,29	0,52	241	1460	
7	180	220	2,10	0,55	255	2010	
8	210	220	2,08	0,56	255	2110	
9	240	220	2,08	0,56	255	2263	385

**250 W Metal halide D lambası için A balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0		-	-	-	-	24
2	30		3,41	0,19		25	
3	60		3,29	0,27		60	
4	90		3,17	0,28		92	
5	120		3,05	0,34		415	
6	150		2,98	0,41		1710	
7	180		2,91	0,45		1850	
8	210		2,88	0,48	318	1400	
9	240	220	2,91	0,48	314	1400	440

**250 W Metal halide D lambası için B balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	
2	30	220	3,29	0,25	150	50	
3	60	220	3,17	0,28	160	89	
4	90	220	3,03	0,33	175	450	
5	120	220	2,94	0,42	218	870	
6	150	220	2,81	0,48	248	910	
7	180	220	2,48	0,5	279	1050	
8	210	220	2,60	0,44	285	1200	
9	240	220	2,62	0,39	285	1240	407

### 250 W Metal halide D lambası için C balastı sonuçları

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0						
2	30						
3	60						
4	90						
5	120						
6	150						
7	180						
8	210						
9	240						

ATEŞLEMEDİ.

### 250 W Metal halide D lambası için D balastı sonuçları

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0		-	-	-	-	24
2	30		3,09	0,17	140	176	
3	60		2,89	0,20	161	265	
4	90		2,66	0,26	178	1050	
5	120		2,62	0,35	192	1210	
6	150		2,58	0,44	245	1330	
7	180		2,47	0,46	251	1450	
8	210		2,45	0,48	263	1505	
9	240	220	2,43	0,49	276	1686	395

### 400 W Metal halide A lambası için A balastı sonuçları

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	25
2	30	220	3,98	0,19	171	90	52
3	60	220	3,82	0,22	182	120	
4	90	220	3,60	0,26	204	300	111
5	120	220	2,82	0,49	300	900	
6	150	220	2,69	0,51	301	1600	120
7	180	220	2,67	0,51	301	1800	
8	210	220	2,66	0,52	301	1800	240
9	240	220	2,66	0,52	301	1800	385

**400 W Metal halide A lambası için B balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	31
2	30	220	4,35	0,20	201	90	
3	60	220	4,08	0,31	268	468	65
4	90	220	2,99	0,54	361	1000	166
5	120	220	2,7	0,59	253	1500	186
6	150	220	2,66	0,60	346	1700	279
7	180	220	2,63	0,60	345	1700	285
8	210	220	2,61	0,60	343	1771	
9	240	220	2,60	0,60	343	1758	418

**400 W Metal halide A lambası için C balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	33
2	30	220	5,25	0,17	205	316	74
3	60	220	5,03	0,23	238	726	135
4	90	220	4,25	0,50	405	2000	208
5	120	220	3,8	0,51	425	3300	316
6	150	220	3,76	0,52	424	4279	394
7	180	220	3,75	0,52	425	4188	409
8	210						
9	240	220	3,73	0,52	424	4000	409

**400 W Metal halide A lambası için D balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	33
2	30	220	5,34	0,20	228	165	63
3	60	220	4,48	0,37	360	1036	111
4	90	220	3,26	0,59	425	2270	168
5	120	220	3,17	0,60	415	2600	215
6	150	220	3,11	0,60	409	2700	316
7	180	220	3,08	0,60	407	2737	327
8	210	220	3,06	0,60	404	2784	335
9	240	220	3,05	0,60	403	2927	349

**400 W Metal halide B lambası için A balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	36
2	30	220	3,95	0,19	163	51	55
3	60	220	3,81	0,21	190	203	74
4	90	220	3,56	0,26	198	445	93
5	120	220	3,06	0,39	260	995	120
6	150	220	3,00	0,42	277	1394	149
7	180	220	2,95	0,43	279	1463	196
8	210	220	2,97	0,43	279	1153	211
9	240	220	2,94	0,43	279	1310	256

**400 W Metal halide B lambası için B balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	31
2	30	220	4,60	0,17	171	52	57
3	60	220	4,35	0,20	190	234	74
4	90	220	4,02	0,31	268	966	121
5	120	220	3,71	0,41	330	1800	150
6	150	220	3,63	0,41	330	1950	222
7	180	220	3,53	0,43	332	2000	234
8	210	220	3,47	0,44	338	2047	275
9	240	220	3,42	0,46	342	2200	287

**400 W Metal halide B lambası için C balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	32
2	30	220	6,46	0,17	188	73	51
3	60	220	5,16	0,21	228	361	73
4	90	220	4,40	0,39	380	1900	109
5	120	220	4,22	0,41	387	2368	116
6	150	220	4,01	0,46	400	2800	199
7	180	220	3,88	0,48	412	3360	255
8	210	220	3,85	0,49	416	3530	283
9	240	220	3,82	0,50	417	3469	283

**400 W Metal halide B lambası için D balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	26
2	30	220	5,46	0,16	192	63	45
3	60	220	5,28	0,21	232	393	60
4	90	220	4,49	0,39	388	1797	114
5	120	220	4,22	0,44	402	2320	175
6	150	220	4,04	0,48	423	3554	214
7	180	220	3,97	0,49	427	3380	279
8	210	220	3,93	0,50	434	3518	306
9	240	220	3,90	0,50	428	3556	336

**400 W Metal halide C lambası için A balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	22
2	30	220	4,16	0,23	195	258	38
3	60	220	3,19	0,41	300	388	127
4	90	220	3,01	0,45	312	2088	240
5	120	220	2,84	0,49	318	2318	167
6	150	220	2,71	0,52	324	2818	157
7	180	220	2,7	0,52	325	2801	304
8	210	220	2,71	0,53	326	2839	304
9	240	220	2,71	0,53	327	2825	319

**400 W Metal halide C lambası için B balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	33
2	30	220	4,19	0,28	276	656	50
3	60	220	3,69	0,44	372	2326	178
4	90	220	3,33	0,52	399	3286	270
5	120	220	3,27	0,53	399	3490	312
6	150	220	3,26	0,53	399	3777	237
7	180	220	3,28	0,53	400	3570	318
8	210	220	3,29	0,53	399	3724	318
9	240	220	3,31	0,52	400	3495	253



**400 W Metal halide C lambası için C balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	25
2	30	220	4,84	0,32	333	687	108
3	60	220	4,29	0,45	441	2830	206
4	90	220	3,87	0,53	471	4274	281
5	120	220	3,88	0,53	470	4325	333
6	150	220	3,93	0,52	468	4569	327
7	180	220	3,96	0,51	461	4236	285
8	210	220	3,98	0,51	467	4227	322
9	240	220	3,96	0,51	466	4059	336

**400 W Metal halide C lambası için D balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	22
2	30	220	5,25	0,25	288	428	77
3	60	220	4,48	0,44	444	2770	157
4	90	220	3,94	0,53	476	4102	286
5	120	220	3,95	0,53	475	4498	248
6	150	220	3,98	0,52	474	4168	285
7	180	220	3,98	0,52	470	4465	332
8	210	220	4,00	0,51	469	4364	281
9	240	220	4,02	0,51	470	4110	374

**400 W Sodyum buharlı A lambası için A balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	23
2	30	220	4,05	0,25	230	208	43
3	60	220	4,07	0,26	238	1204	60
4	90	220	3,96	0,26	235	1630	107
5	120	220	3,86	0,28	244	2303	150
6	150	220	3,72	0,30	257	2974	184
7	180	220	3,64	0,32	267	3783	185
8	210	220	3,56	0,33	272	3801	211
9	240	220	3,53	0,34	275	4225	230
10	300	220	3,52	0,34	274	4143	244
11	360	220	3,51	0,34	277	4225	256
12	420	220	3,48	0,35	280	4253	253

**400 W Sodyum buharlı A lambası için B balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	29
2	30	220	0,06	0,22	3	4	29
3	60	220	0,06	0,23	3,5	5	35
4	90	220	4,69	0,24	262	391	45
5	120	220	4,59	0,25	263	1079	68
6	150	220	4,54	0,25	266	2210	111
7	180	220	4,45	0,28	285	2889	139
8	210	220	4,30	0,31	309	5295	186
9	240	220	4,19	0,34	326	6048	206
10	300	220	4,12	0,36	339	5780	229
11	360	220	4,05	0,36	342	6982	267

**400 W Sodyum buharlı A lambası için C balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	29
2	30	220	5,31	0,25	299	1663	70
3	60	220	5,25	0,26	306	2813	104
4	90	220	5,05	0,30	342	4808	126
5	120	220	4,88	0,34	378	6000	218
6	150	220	4,80	0,35	390	7070	240
7	180	220	4,73	0,37	396	8500	266
8	210	220	4,69	0,37	402	7231	280
9	240	220	4,66	0,38	408	7816	274
10	300	220	4,52	0,39	415	9108	312
11	360	220	4,53	0,40	419	9920	310

**400 W Sodyum buharlı A lambası için D balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	22
2	30	220	5,46	0,24	303	1288	69
3	60	220	5,43	0,24	299	2333	132
4	90	220	5,32	0,27	324	4055	195
5	120	220	5,16	0,30	357	5528	221
6	150	220	5,02	0,33	378	5795	228
7	180	220	4,91	0,35	395	6513	275
8	210	220	4,81	0,37	408	6893	295
9	240	220	4,72	0,39	416	7163	294
10	270	220	4,68	0,40	424	7389	296
11	300	220	4,62	0,41	427	7455	308
12	360	220	4,55	0,42	436	8032	322
13	420	220	4,49	0,43	440	8110	328

**400 W Sodyum buharlı B lambası için A balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	22
2	30	220	4,53	0,17	177	45	30
3	60	220	4,55	0,18	185	253	47
4	90	220	4,46	0,19	197	356	83
5	120	220	4,38	0,20	200	523	111
6	150	220	4,27	0,21	210	870	133
7	180	220	4,15	0,23	219	1238	158
8	210	220	4,07	0,25	229	1627	179
9	240	220	4,00	0,26	236	1984	203
10	300	220	3,85	0,28	247	2421	238
11	360	220	3,83	0,29	255	2458	257
12	420	220	3,85	0,29	258	2678	258

**400 W Sodyum buharlı B lambası için B balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	28
2	30	220	4,94	0,16	182	204	39
3	60	220	4,92	0,16	184	352	59
4	90	220	4,88	0,17	188	587	93
5	120	220	4,78	0,19	203	757	124
6	150	220	4,72	0,20	219	1160	157
7	180	220	4,63	0,22	235	1620	184
8	210	220	4,56	0,24	250	2085	190
9	240	220	4,51	0,26	264	2664	230
10	300	220	4,44	0,28	283	3071	242
11	360	220	4,35	0,29	292	3404	266
12	420	220	4,37	0,30	297	3887	272

**400 W Sodyum buharlı B lambası için C balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	30
2	30	220	5,74	0,17	216	339	50
3	60	220	5,71	0,17	219	651	89
4	90	220	5,57	0,19	236	941	136
5	120	220	5,50	0,21	257	1600	183
6	150	220	5,40	0,23	277	2277	205
7	180	220	5,29	0,25	299	2990	218
8	210	220	5,20	0,27	318	3739	266
9	240	220	5,11	0,29	335	4245	282
10	300	220	5,04	0,30	348	4592	288
11	360	220	4,99	0,32	358	4918	293
12	420	220	4,97	0,32	364	5432	310

**400 W Sodyum buharlı B lambası için D balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	29
2	30	220	5,82	0,16	219	282	57
3	60	220	5,79	0,17	223	594	98
4	90	220	5,68	0,19	242	912	132
5	120	220	5,58	0,21	266	1570	188
6	150	220	5,48	0,23	292	2252	237
7	180	220	5,35	0,26	315	3060	251
8	210	220	5,26	0,28	333	3579	285
9	240	220	5,24	0,29	348	4149	291
10	300	220	5,15	0,31	367	4588	321
11	360	220	5,08	0,32	376	4963	321
12	420	220	5,06	0,33	379	5144	344

**400 W Sodyum buharlı C lambası için A balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	25
2	30	220	4,08	0,25	227	160	45
3	60	220	4,11	0,24	228	1157	95
4	90	220	4,05	0,24	224	1308	109
5	120	220	4,03	0,24	225	1608	124
6	150	220	3,98	0,25	230	2039	191
7	180	220	3,92	0,26	238	2449	220
8	210	220	3,88	0,27	244	2701	222
9	240	220	3,84	0,28	248	2730	223
10	300	220	3,80	0,29	252	3189	247
11	360	220	3,77	0,29	255	3299	255
12	420	220	3,75	0,30	256	3402	265

**400 W Sodyum buharlı C lambası için B balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	25
2	30	220	0,04	0,33	3	4	25
3	60	220	0,04	0,33	3	4	25
4	90	220	0,05	0,26	3	4	25
5	120	220	0,06	0,25	3	4	26
6	150	220	0,06	0,23	3	4	26
7	180	220	4,68	0,22	237	68	46
8	210	220	4,70	0,23	255	932	52
9	240	220	4,68	0,23	244	1652	106
10	300	220	4,60	0,24	250	2599	165
11	360	220	4,51	0,27	275	3608	203
12	420	220	4,42	0,29	290	4782	254

**400 W Sodyum buharlı C lambası için C balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	32
2	30	220	0,04	0,33	3	4	32
3	60	220	0,04	0,33	3	4	32
4	90	220	0,04	0,33	3	4	32
5	120	220	5,49	0,23	292	873	58
6	150	220	5,44	0,23	282	1828	121
7	180	220	5,37	0,23	284	2524	180
8	210	220	5,33	0,24	297	3887	186
9	240	220	5,21	0,26	315	4980	218
10	300	220	5,10	0,29	336	5729	233
11	360	220	5,05	0,30	352	6402	257
12	420	220	5,00	0,31	360	6860	261

**400 W Sodyum buharlı C lambası için D balastı sonuçları**

S. NO	SÜRE(S)	LAMBA GERİLİMİ (UL)(V)	AKIM(I)(A)	COS $\mu$	GÜÇ (P)(W)	IŞIK ŞİDDETİ (CD)	SICAKLIK (°C)
1	0	220	-	-	-	-	26
2	30	220	5,60	0,22	283	958	65
3	60	220	5,57	0,22	284	1248	110
4	90	220	5,47	0,23	285	2816	190
5	120	220	5,36	0,26	314	4299	190
6	150	220	5,27	0,27	331	5307	229
7	180	220	5,20	0,29	342	5901	239
8	210	220	5,16	0,3	353	6199	283
9	240	220	5,11	0,31	362	6232	283
10	300	220	5,06	0,32	368	7050	287
11	360	220	5,06	0,32	369	7085	319
12	420	220	5,06	0,32	369	7117	319

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Nuri BEKTAŞ  
Doğum Yeri ve Tarihi : Yenişehir /05. 01. 1977



### Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Elektrik Mühendisliği, 1993-1998

### İş Deneyimi

Çalıştığı Kurumlar : 1) Bidaş Gıda San. Ve Tic. A. Ş. /Bakım Mühendisi (2001-2005)  
2) Bursa Yüksek İhtisas Eğt. ve Arş. Hastanesi Teknik ve Biyomedikal Hizmetleri/Operasyon-Proje Sorumlusu (2006)  
3) Beksar Teknik Mak. İnş. Elk. Tic. Taah. Müh. Müş. Hiz. /Firma Sahibi(2007)  
4) Elektrik Mühendisleri Odası Bursa Şubesi/Teknik Görevli (2008-Devam ediyor. )

### İletişim

Adres : Elektrik Mühendisleri Odası Bursa Şubesi  
BURSA  
Tel: : 0224. 4511212  
E-Posta Adresi : nuri. bektas@emo. org. tr

**Tarih: 25 / 07/ 2014**

**İmza**