



Deşarj Lambalarında Lamba-Balast Uyumluluğunun Regresyon Yaklaşımı Kullanılarak Analizi

Analysis of Lamp-Ballast Compatibility Using Regression Approach for Discharge Lamps

Nazım İMAL¹, Nuri BEKTAŞ²

¹ Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
nazim.imal@bilecik.edu.tr

² Elektrik Mühendisleri Odası
Bursa Şubesi
nuri.bektas@emo.org.tr

Özet

Elektromanyetik veya elektronik balastlar-deşarj lambaları arasındaki pozitif uyumsuzluk sorunları, gerektiğinden fazla güç çekilmesine ve çabuk hasara neden olabilmektedirler. Deşarj lambaları ile uyumsuz olan balastların negatif uyumsuzluk gösterdikleri durumlarda ise, şebekeden gerektiği kadar güç transferi yapılamamaktadır. Bu çalışmada, lamba-balast uyumluluğunun alt ve üst kriterlerinin belirlenmesine yönelik olarak çalışmalar gerçekleştirilerek, yukarıdaki olumsuzlukların elimine edildiği aydınlatma aygıtlarının verimli kullanımına 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.

Abstract

Positive incompatibility issues between electromagnetic or electronic ballasts and discharge lamps, pulling more power than necessary and are quickly can cause damage. Discharge lamps and ballasts with negative incompatibility of their cases, the transfer of power from the grid can not made as required. 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.

1. Giriş

Bu çalışma ile 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, deşarj lambaları ile uyumsuz olan balastların negatif uyumsuzluk gösterdikleri durumlarda ise, şebekeden gerektiği kadar güç transferi yapılamadığı durumlar ele alınmıştır. Çalışmada, 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.

Konu ile ilgili daha önce yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde, 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”, 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, N. İmal tarafından 2007’de yayınlanan “Deşarj Lambalarında Balast Seçiminin Önemi ve Cıva Buharlı Lambalarda Etkileri” adlı bildiri konuya en yakın çalışma olup deşarj lambalarında, lamba-balast uyumluluğuna kısmen değinilmektedir.

2. Deşarj Lambaları

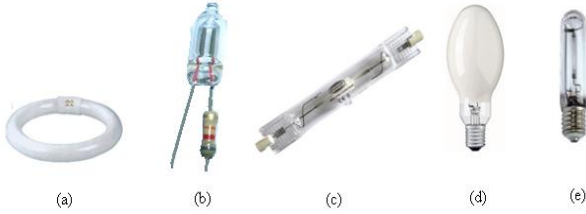
Atomik serbest elektron yapısının dayanabileceğinden daha fazla gerilime maruz kalan bir yalıtkan yapı iyonize olmaya başlar. Bu iyonize olma durumu yeterli büyüklüğe ulaştığında korona ışıması gerçekleşmeye başlar. İyonizasyon akımını sınırlandırarak korona etkisinden yararlanılarak ışık üreten lambalar, genel olarak deşarj lambaları olarak adlandırılır. Şekil 1’de Alman Fizikçi Heinrich Geissler tarafından ilk olarak 1857 yılında test edilen deşarj tüpü uygulaması olan “Geissler Tüpü” görülmektedir.

Deşarj lambaları kategorisi flüoresan, neon, metal halide, cıva ve sodyum buharlı lambaları içerisine alır (Şekil 2).



Şekil 1: Geissler tüpü.

Bu grup lambalarda ışık, elektrik akımının elektrotlar arasında geçmesi ile elde edilir. Yapılarında değişiklik meydana gelen bu atomların, önceki normal yapılarına dönüşümleri esnasında çıkarmış oldukları enerji yardımıyla ışık üretilir. Elektrik deşarjlı ışık kaynakları içerisinde flüoresan lambalar en çok bilinen ve kullanılanıdır. Flüoresan lambaların popüler olmasının sebebi, enkandesan lambalara nazaran yüksek etkinliğe sahip olmalarıdır. Neon tip deşarj lambaları ise, daha çok sinyal ve reklam amaçlı kullanılırlar.



Şekil 2: Deşarj lamba çeşitleri; (a) Flüoresan, (b) Neon (c) Metal halide, (d) Cıva buharlı, (e) Sodyum buharlı.

2.1. Projektör Tip Deşarj Lambaları

Projektör tip deşarj lambaları kategorisi, ışık akımının yoğun olarak küçük bir hacimdeki ark akımı ile sağlandığı metal halide, cıva ve sodyum buharlı lambaları içerisine alır. Zehirli etkileri nedeniyle cıva yoğunluklu lambaların kullanımı kısıtlandığından, deneysel çalışmalarda bu lamba gruplarından metal halide ve sodyum buharlı olan türleri tercih edilmiştir. 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. Bir deşarj lambasında iyonizasyon akımları, ışınma aşamasında farklı yöntemlerle sınırlandırılabilir;

2.1.1. Dirençler

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

2.1.2. Elektronik yöntemler

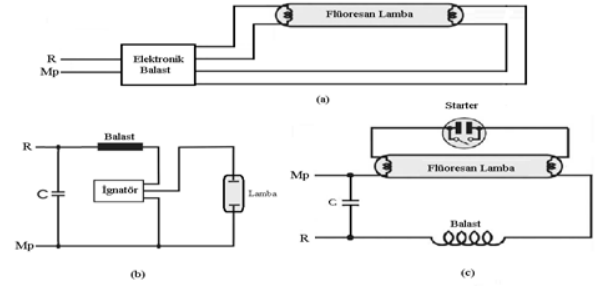
Sınırlandırılmış akım elde edilebilmesi için, gerilimi sınırlandırabilen elektronik yapılar ile deşarj lambasının yeterli ışık akısını verdiği akım değerinde kalması sağlanır. Bu tür yapılar elektronik balast olarak da adlandırılmakta olup, bir örneği Şekil 3'de görülmektedir.

2.1.3. Elektromanyetik yöntemler

Deşarj lambasının yeterli ışık akısını verdiği ortamda, iyonizasyon akımının delinme aşamasına ulaşmasını engellemek amacıyla çoğunlukla elektromanyetik yapılar tercih edilir. Bu elektromanyetik yapılar balast olarak adlandırılıp, ekonomiklikleri nedeniyle daha fazla tercih edilirler.

2.2. Balast Yapıların Görevleri

Deşarj lambalarının tümü, ilk çalışmaya başlama ve sonrasında iyonizasyon akımının kontrolü için balasta ihtiyaç duyarlar. Şekil 3'de farklı balast uygulamalarına ait devre şemaları görülmektedir. Deşarj lambalarında balastların görevleri; lambanın ateşlemesi sonrası, akımı sınırlanmış olduğundan, ıgnitör ve starter yardımcı elemanlarının tekrar devreye girmesini önlenmesi, şebeke geriliminde bir düşüş sağlayarak istenilen lamba geriliminde istenilen lamba akımının geçmesinin sağlanması, lamba tarafından yayılan elektromanyetik parazitlerin zayıflatılması olarak sıralanabilir.



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

2.3. Elektromanyetik Balastlar

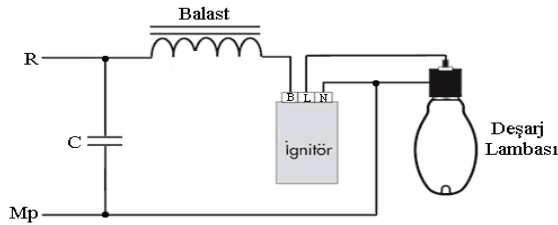
Elektromanyetik balastlar, deşarj akımını büyük ölçüde endüktif reaktansları ile sağlayan elektromanyetik bobinlerdir. Elektromanyetik balast yapının güç katsayısı, bu kaybı belirleyen ana faktördür. Bir balast yapıda, omik direncin toplam balast empedansına oranı, balastın üretildiği lamba grubu gücüne göre % 1 ile % 15' arasında değişebildiği deneysel uygulamalarla gerçekleştirilmiştir. Bu değer, balastın üretildiği lamba grubu gücü ile ters orantılı olup, aynı zamanda balast yapının kalitesine bağlı olarak oluşur. Şekil 4'de farklı deşarj lamba grubu güçleri için üretilmiş elektromanyetik balastlar görülmektedir.



Şekil 4: Farklı deşarj lamba grubu güçleri için üretilmiş elektromanyetik balastlar.

3. Balastlar ve Deşarj Lambaları

Projektör tip deşarj lambaları, günümüzde tüm türler için geçerli olmakla 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. Deşarj lambaları, ilk ateşleme esnasında, lambanın iç yalıtımlık direncini aşabilmek için, şebeke geriliminin üzerinde bir gerilime ihtiyaç duyarlar. Projektör tip deşarj lambalarında balastın yanı sıra, ıgnitör de kullanılır (Şekil 4). 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 5: Projektör tip deşarj lambaları bağlantı şeması.

3.1. 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;

- 1) **Uzun Ömür:** Projektör tip deşarj lambaları çok uzun ömre sahip olup, bu ömür 24000 saati aşabilir. Fakat lambanın verdiği ışık akısı miktarı bu süre sonunda başlangıçta verdiğinin yarısının da altına düşebilir.
- 2) **Gerilim:** Projektör tip deşarj lambaları uygun çalışma şartlarını sağlayan gerilimde çalışmalıdır. Düşük gerilim ateşleme güvenilirliğini azaltırken, aşırı gerilim güç artışına sebep olacaktır.
- 3) **Ateşleme:** Lamba akımı, kimyasalın tümünün buharlaşması ve asıl elektrotlar arasında ark meydana gelmesiyle ampul iç basıncının kararlı hale gelmesi sonucu ateşleme akımı geçişi başlar.
- 4) **Isınma:** Projektör tip deşarj lambalarında buharlaşmanın ve tam parlaklığın oluşabilmesini sağlayan gerekli ısı enerjisi için 4 ile 7 dakika arası bir süre gereklidir.
- 5) **Yeniden Ateşleme:** Projektör tip deşarj lambaları akımları kesildiğinde soğuyarak, iç basınçları mevcut gerilim altında ateşlemeyi sağlayabilecek değere düşünce yeniden ateşlenebilirler.
- 6) **Etkinlik:** Uygulamada kullanılan projektör tip deşarj lambaları, watt başına 100 lümen ile 115 lümen arası ışık akısı üretir ve diğer birçok lamba türüne göre verimlidir.
- 7) **Sıcaklık:** Projektör tip deşarj lambalarının verdikleri ışık çevre sıcaklığına bağlı olmamakla beraber, çok düşük sıcaklık ya da aşırı rüzgar, lambanın ateşlenebilmesini geciktirecektir.

8) **Isınım:** Projektör tip deşarj lambaları, görülebilir ışık üretmelerinin yanı sıra ultraviyole radyasyon da üretirler. Ultraviyole bu ışınlarla yönelik uygulama modelleri de mevcuttur.

3.2. Balast-Lamba Uyumluluğu

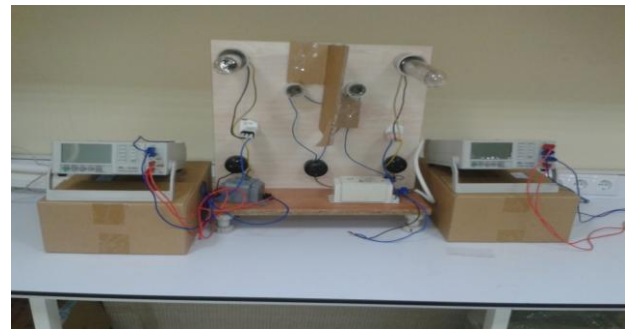
Projektör tip deşarj lambalarında balast-lamba uyumluluğu lambalar üzerinde oluşan ışık etkinlikleri ve güç parametreleri bakımından büyük önem taşır. Balast-lamba uyumsuzluğu negatif lamba-balast uyumsuzluğu ve negatif lamba-balast uyumsuzluğu olarak görülebilir.

1) **Negatif Balast-Lamba Uyumsuzluğu:** Projektör tip deşarj lambalarında negatif lamba-balast uyumluluğu durumunda, negatif uyumsuzluğun mutlak büyüklüğüne göre aşağıdaki riskler mevcuttur. Bu riskler, ıgnitörün devreye hiç girememesi ve lambanın hiç çalışmaması, ıgnitör devreye girse bile, ilk ateşleme geriliminin sağlanamaması, ilk ateşleme sonrası sürekli akımın, lamba içi kimyasalları yeterince buharlaştırılamaması ve sürekli akımın, lambanın gerektirdiği kararlı lamba akımına dönüşmemesi olarak sıralanabilir.

2) **Pozitif Balast-Lamba Uyumsuzluğu:** Projektör tip deşarj lambalarında pozitif balast lamba-balast uyumsuzluğu durumunda, ıgnitörün devreye girmesine gerek kalmaksızın direkt olarak ilk ateşlemenin gerçekleşmesi, lamba-balast devresinin şebekeden gereğinden fazla güç çekmesi, 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 riskleri sıralanabilir.

3.3. Deşarj Lamba-Balast Uyumluluk Analizi Uygulamaları

Gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda dış aydınlatmada yoğun olarak kullanılan 400 W değerindeki metal halide ve sodyum buharlı 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 400 W gücü haricindeki projektör tip deşarj lambaları için, çalışılabilir limitlerin tahmini regresyon yaklaşımı ile gerçekleştirilmiştir. Deneysel uygulamaların gerçekleştirildiği platform Şekil 6'da görülmektedir. Uygulamaların gerçekleştirildiği projektör tip deşarj lambalarını gösterir liste Çizelge 1'de, balast türlerini gösterir liste ise, Çizelge 2'de verilmektedir.



Şekil 6: Uygulamaların gerçekleştirildiği deney platformu.

Çizelge 1: Uygulamaların gerçekleştirildiği projektör tip deşarj lambaları.

| Balast Harf Kodu | Lamba Gücü | Lamba Türü | Akım (A) | Işık Akısı (Lm) ve Rengi (K) | Marka |
|------------------|------------|-------------------------|----------|------------------------------|---------|
| 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 |

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. Bu amaçla gerçekleştirilen deneysel uygulamalarda ölçülen ve hesaplanan endüktans değerleri çizelge 2’de verilmiştir.

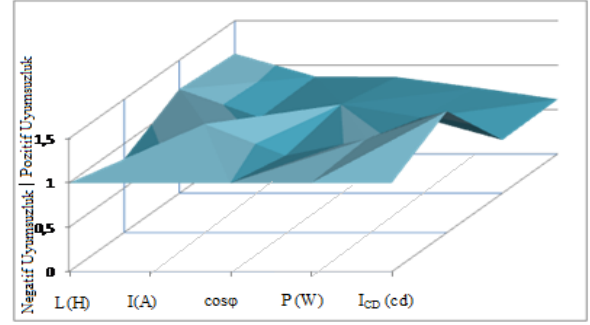
Çizelge 2: Çalışmada kullanılan balastlara ait ölçümler ve hesaplanan endüktans değerleri.

| Balast Harf Kodu | Balast Marka | Uyumlu Deşarj Lambası Gücü | Ölçülen | | | Hesaplanan L (H) |
|------------------|-----------------|----------------------------|---------|-------|-------|------------------|
| | | | I (A) | cos φ | P (W) | |
| 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 |

3.3.1. 400 W Metal halide esaslı uygulamalar ve ölçümler:

Şekil 7’de verilen 400 W Esaslı metal halide A lambası için elde edilen K matrisinden ve uyumluluk grafiğinde, 4 farklı balast için yapılan ölçümler sonucu “X” ekseninde balastın endüktansı, balastın akımı, güç katsayısı, gücü ve ışık şiddeti değişimleri görülmektedir. Bu ölçümler gerçekleştirilirken ölçümün gerçekleştirildiği ateşleme sonrası süre, 400 W metal halide lamba grubu için 240 sn olarak alınmıştır.

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

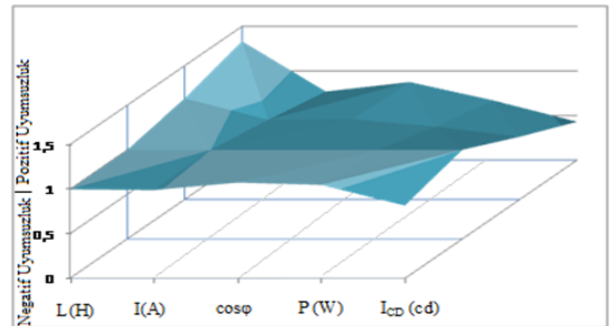


Şekil 7: 400 W Esaslı metal halide A lambası uyumluluk matrisi ve grafiği.

3.3.2. 400 W Sodyum buharlı esaslı uygulamalar ve ölçümler:

Şekil 8’de verilen 400 W Esaslı metal halide A lambası için elde edilen L matrisinden ve uyumluluk grafiğinde, 4 farklı balast için yapılan ölçümler sonucu “X” ekseninde balastın endüktansı, balastın akımı, güç katsayısı, gücü ve ışık şiddeti değişimleri görülmektedir. Bu ölçümler gerçekleştirilirken ölçümün gerçekleştirildiği ateşleme sonrası süre, 400 W sodyum buharlı lamba grubu için 360 sn olarak alınmıştır. Şekil 7’de ve Şekil 8’de verilen grafiklerde, ele alınan her özellik için uyum durumu "1" ile negatif uyumsuzluk durumu "1" in altında, pozitif uyumsuzluk durumu ise "1" in üzerinde gösterilmiştir. 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 verimlilik için istenilen durumdur.

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



Şekil 8: 400 W Esaslı Sodyum buharlı A lambası uyumluluk matrisi ve grafiği.

3.4. Regresyon Analizi

Çalışmada, K ve L matrislerindeki veriler kullanılarak, farklı güçteki bir balast tasarımı yapılmak istendiğinde, balastın endüktans değerinin, ortalama güç değeri ile ters orantılı

olarak değiştiği ve (1) eşitliği ile yaklaşık olarak ifade edilebildiği anlaşılmıştır. Balastın akım değerinin, ortalama güç değeri ile doğru orantılı olarak değiştiği ve (2) eşitliği ile yaklaşık olarak ifade edilebildiği anlaşılmıştır. Balastın devrede oluşturacağı güç katsayısının, ortalama güç değeri ile parametrik fonksiyonlu olarak değiştiği ve (3) eşitliği ile yaklaşık olarak ifade edilebildiği anlaşılmıştır. Balastın lambada oluşturacağı maksimum ışık şiddetinin, ortalama güç değeri ile logaritmik parametrik fonksiyon olarak değiştiği ve (4) eşitliği ile yaklaşık olarak ifade edilebildiği anlaşılmıştır. (3)'de verilen güç katsayısı ile ilgili eşitlik değerinin sodyum buharlı lambalarda uygun yakınsama gerçekleştirilememesi üzerine, regresyon yaklaşımı kullanılarak (5) parametrik eşitliği elde edilmiştir.

$$L_x = \frac{\bar{P}}{P_x} \times \bar{L} \quad (1)$$

$$I_x = \frac{P_x}{\bar{P}} \times \bar{I} \quad (2)$$

$$\cos \varphi_x = 0,3 + \frac{P_x}{10x\bar{P}} \times \cos_{ort}\varphi \quad (3)$$

$$I_{CD}(cd)_x = \log\left(\frac{P_x^2}{\bar{P}}\right) \times I_{CD}(cd)_{ort} \quad (4)$$

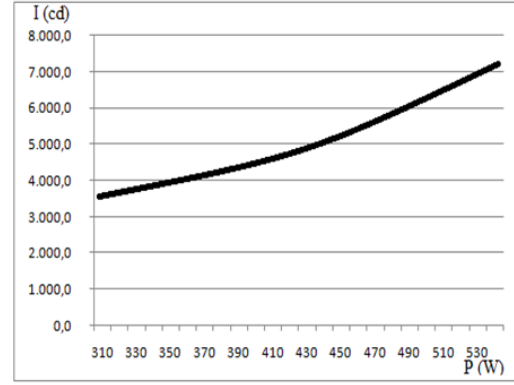
$$\cos \varphi_x = 0,1 + \frac{P_x}{10x\bar{P}} \times \cos_{ort}\varphi \quad (5)$$

Çizelge 3: 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 |
| 0,19 | 3,73 | 0,52 | 424 | 4000 |
| 0,24 | 2,94 | 0,43 | 279 | 1310 |
| 0,18 | 3,82 | 0,5 | 417 | 3469 |
| 0,26 | 2,71 | 0,53 | 327 | 2825 |
| 0,18 | 3,96 | 0,51 | 466 | 4059 |

Çizelge 4: 310-530 W güç aralığında metal halide lambalar için regresyon yaklaşımı.

| P (W) | L (H) | I (A) | cosφ | I (cd) |
|-------|-------|-------|------|---------|
| 310 | 0,26 | 2,70 | 0,46 | 3.568,8 |
| 330 | 0,25 | 2,88 | 0,47 | 3.868,2 |
| 350 | 0,23 | 3,05 | 0,48 | 4.171,7 |
| 370 | 0,22 | 3,23 | 0,49 | 4.479,0 |
| 390 | 0,21 | 3,40 | 0,50 | 4.790,0 |
| 410 | 0,20 | 3,58 | 0,51 | 5.104,4 |
| 430 | 0,19 | 3,75 | 0,52 | 5.422,0 |
| 450 | 0,18 | 3,92 | 0,53 | 5.742,8 |
| 470 | 0,17 | 4,10 | 0,54 | 6.066,5 |
| 490 | 0,17 | 4,27 | 0,55 | 6.393,1 |
| 510 | 0,16 | 4,45 | 0,56 | 6.722,5 |
| 530 | 0,15 | 4,62 | 0,57 | 7.054,5 |



Şekil 9: 310-530 W güç aralığında metal halide lambalar için regresyon yaklaşımı grafiği.

Çizelge 5: Regresyon yaklaşımında esas alınan 400 W sodyum buharlı ölçümleri.

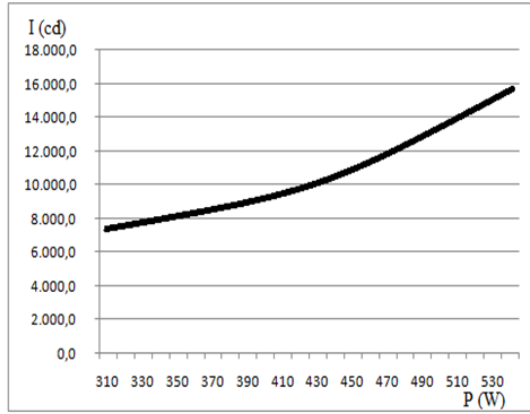
| L (H) | I (A) | cos φ | P (W) | I (cd) |
|-------|-------|-------|-------|--------|
| 0,2 | 3,48 | 0,35 | 280 | 4253 |
| 0,15 | 4,53 | 0,4 | 419 | 9920 |
| 0,18 | 3,83 | 0,29 | 255 | 2458 |
| 0,14 | 4,99 | 0,32 | 358 | 4918 |
| 0,19 | 3,77 | 0,29 | 255 | 3299 |
| 0,14 | 5,05 | 0,3 | 352 | 6402 |

Çizelge 6: 310-530 W güç aralığında sodyum buharlı lambalar için regresyon yaklaşımı.

| P (W) | L (H) | I (A) | cos φ | I (cd) |
|-------|-------|-------|-------|----------|
| 310 | 0,17 | 4,11 | 0,38 | 7.534,7 |
| 330 | 0,16 | 4,37 | 0,40 | 8.166,9 |
| 350 | 0,15 | 4,64 | 0,42 | 8.807,6 |
| 370 | 0,14 | 4,90 | 0,44 | 9.456,4 |
| 390 | 0,14 | 5,17 | 0,46 | 10.112,9 |
| 410 | 0,13 | 5,43 | 0,47 | 10.776,6 |
| 430 | 0,12 | 5,70 | 0,49 | 11.447,2 |
| 450 | 0,12 | 5,96 | 0,51 | 12.124,5 |
| 470 | 0,11 | 6,23 | 0,53 | 12.808,0 |
| 490 | 0,11 | 6,49 | 0,55 | 13.497,6 |
| 510 | 0,10 | 6,76 | 0,56 | 14.192,9 |
| 530 | 0,10 | 7,02 | 0,58 | 14.893,8 |

4. Sonuç ve Öneriler

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.



Şekil 10: 310-530 W güç aralığında sodyum buharlı lambalar için regresyon yaklaşımı grafiği.

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. 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.

5. Kaynaklar

- [1] İmal, N., Uyaroğlu, Y., “Deşarj Lambalarında Balast Seçiminin Önemi ve Cıva Buharlı Lambalarda Etkileri”, *IV. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, İzmir, 2007.
- [2] Karcıoğlu, B., “Endüstriyel Tesis Aydınlatması”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2005.
- [3] Kitsinelis, S., “Light Sources Technologies and Applications”, *CRC Press Architectural Press.*, Chapter 4, 2011.

- [4] Aydınlatma Tasarım, <http://www.aydinlatmatasarim.com>, 2014.
- [5] Bayar, B., “İstatistiksel Çözümleme Teknikleri 1: Regresyon Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, *Osmangazi Üniv., Fen Ed. Fak. İstatistik Bölümü, Eskişehir*, 2003.
- [6] Flesch, P., “Light and Light Sources: High-Intensity Discharge Lamps”, *Springer*, ISBN-10 3-540-32684-7, 16-39(2006).
- [7] Fritt, B., Thornley, J., “Lighting Technology”, *Second Edition, Focal Press*, 62-69(2002).
- [8] GE, “High Intensity Discharge Lamps Spectrum (Catalogue)”, <http://www.gelighting.com>, 2013.
- [9] 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).