

7. teknik kongre

ELEKTRİK ENERJİSİ İLE ÇALIŞAN AYDINLATMA ELEMANLARI VE BU ELEMANLARIN UYGUN SEÇİLMELERİ İLE ELDE EDİLEBİLECEK ELEKTRİK ENERJİSİ ARTIRIMI

Ş. hamdi ktzıltepe

UDK: 621.32:628.9:338

1. GİRİŞ

Edison'un 1879 yılında elektrik enerjisiyle çalışan ilk akkor lambayı yapmasından sonra, 1891 yılında bu buluş günlük yaşamda kullanılmaya başlandı. Akkor lambalar üzerinde geliştirme çalışmaları yapılırken, 1930'larda sodyum ve cıva buharlı ve flüorışıl lambalar da günlük yaşama girdi.

Bugün, başlangıçta 1,4 lümen/Vjatt ışık verimi olan akkor lambaların ışık verimlerinin 35 lümen/Watt değerine yükseltilebilmiş olmasının yanında Şekil 1'de görüldüğü gibi ışık verimi 105 lümen/Watt ve ömrü 25 000 saat kadar olan yüksek basınçlı sodyum lambaları da günlük yaşantımızda artık kullanılmaktadır.

Bu yazıda yurdumuzda üretimi yapılan aydınlatma lambalarının nitelikleri, kullanım alanları ve biçimleri ile eldeki aydınlatma sistemlerinde yapılması önerilen değişikliklerin, yurt ekonomisine ve elektrik enerjisi tüketiminde oluşturacağı olumlu etkiler incelenecektir.

2. AKKOR LAMBALAR

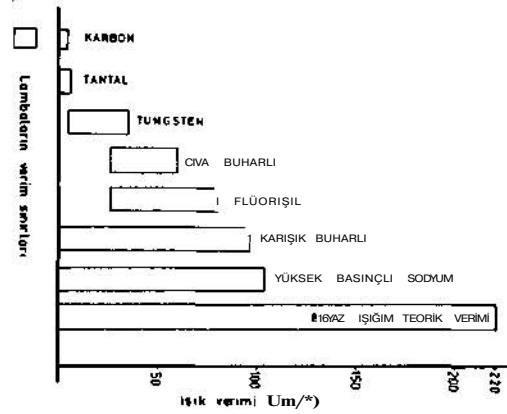
Akkor lambalarda ışık, içerisinden akım geçirilen ve sıcaklığı 3000° - 3400° K'e kadar yükseltileyen tel tarafından üretilmektedir, tik akkor lamba yapımında kullanılan karbon, düşük verimi ve iyi olmayan mekanik nitelikleri nedeni ile kısa sürede yerini tungsten'e bıraktı.

Tungsten, tüm metallerden yüksek kaynama noktasına (5000° K) ve karbondan sonra en yüksek erime noktasına (3653° K) sahiptir. Bu nitelikleri lamba yapımında kullanılmasını kolaylaştırmakla beraber, mekanik nitelikleri kullanılma olanaklarını sınırlar.

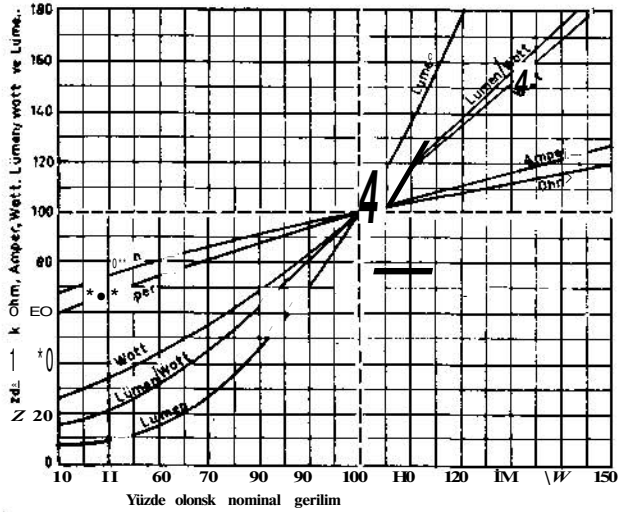
Tungsten telli lambaların çalışması lambanın konumu, uygulanan gerilim, lamba hacmi, lamba içindeki gaz, çevre sıcaklığı ve üretim kalitesiyle yakından ilgilidir. Üretimle ilgili nitelikler standartlarla belirlenmiş olduğundan, kullanım sırasında lamba verimine en çok uygulanan gerilimdeki değişimler etki etmektedir. Şekil 2'de anma geriliminden farklı gerilimlerde çalıştırıl-

Ş.Hamdi Kızıltepe, Elk.Y.Müh., General Elek.T.A.O.

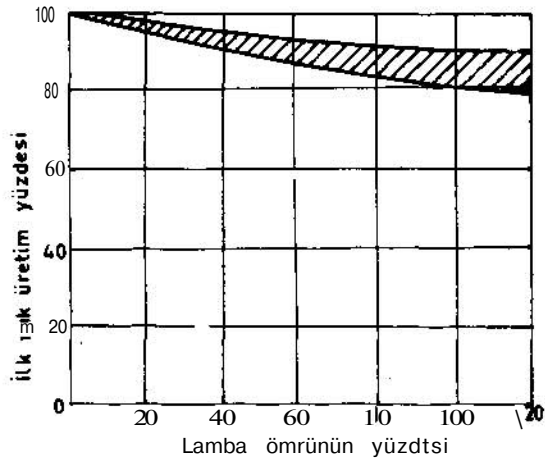
ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 233



Şekil 2. Günümüz ışık kaynaklarının ışık verimleri.



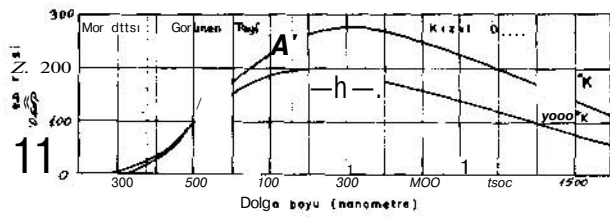
Şekil 2. Tungsten telli lambalarda, uygulanan gerilimdeki değişmelerin, lambanın diğer niteliklerine etkisi.



Şekil 3. Tungsten telli lambalarda ışık üretiminin ömürle değişimi.

Gerilim (V)	110		220	
Güç (W)	Işık miktarı (Lümen)	Işık verimi (Lümen/Hatt)	Işık miktarı (Lümen)	Işık verimi (Lümen/Hatt)
15	140	9,3	120	8,0
25	225	9,0	220	8,8
40	445	11,1	350	8,8
60	770	12,6	630	10,5
75	1020	13,6	850	11,3
100	1420	14,2	1250	12,5
150	2360	15,7	2050	14,0
200	3250	16,3	2920	14,6
300	5050	16,9	4610	15,4
500	8900	17,8	3300	16,8
1000	19 000	19,0	18 600	18,6
1500	30 000	20,0	29 000	19,3

Çizelge 1. Tungsten telli lambaların güçlerine göre vermeleri gerekli en düşük ışık miktarları ve ışık verimleri.



Şekil 4. Tungsten telli lambanın ışık üretim tayfi.

lan lambaların bazı niteliklerindeki değişmeler gösterilmiştir. Gösterilen eğriler pekçok lambanın ortalaması olup, planlayıcı ve uygulayıcılara değişik koşullarda çalışacak lambaların seçiminde yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

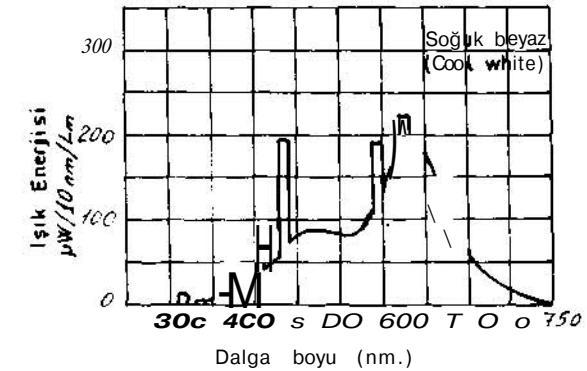
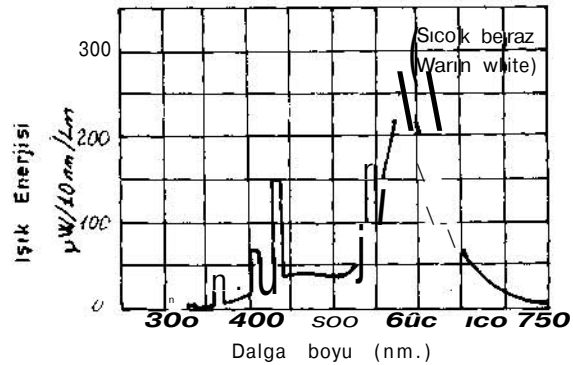
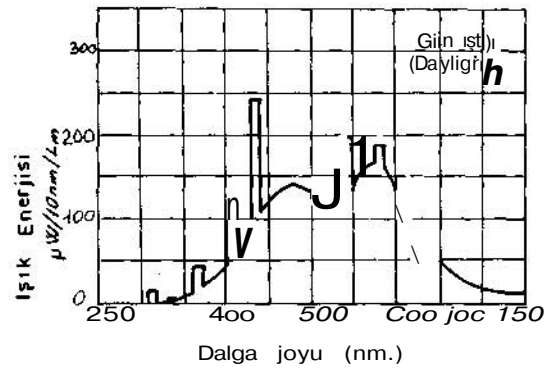
Zamanla akkor lambaların tel yüzeyinde oluşan buharlaşmalar, telin çapının incelmeye, daha az güç çekerek tel sıcaklığının düşmesine ve ayrıca ampul iç yüzeyinin siyahlaşmasına yol açar. Tüm bunlar lambanın verimini düşürür. Ortalama ömrün üzerinde çalışan lambalar kendi ilk verimlerine oranla giderek o kadar verimsiz olurlar ki (Şekil 3), bunların ömürleri sona ermeden değiştirilmeleri daha ekonomiktir.

Tungsten telli lambalar gerilim ve güçleriyle belirlenir (75 W, 220 V gibi). Güç sabit tutularak lambanın ışık üretimi artırılırsa, doğrudan doğruya lamba verimi artırılmış olur. Çizelge 1'de tungsten telli lambaların TS.278'e göre üretmeleri gereken en az ışık miktarı ve ışık verimleri gösterilmiştir.

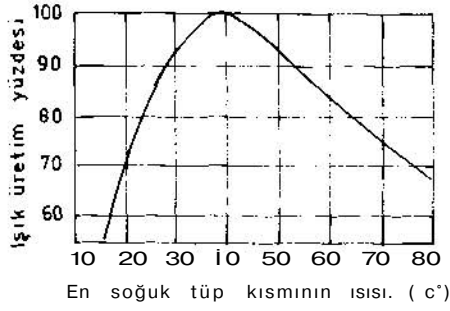
Tungsten telli lambalar, kullanım yerlerinde basit devre elemanlarını gerektirmesi, ilk yatırım masraflarının düşük olması, yenilenmeleri sırasında ustalık gerektirmemesi, anında ve tayf boyunca kesiksiz ışık vermesi (Şekil 4), küçük hacimde ve taşınabilir olması vb. gibi nedenlerle birçok alanda kullanılırlar. Işık verimlerinin düşük olması, ömürlerinin kısıtlılığı (TS.278'e göre 1000 saat) ve büyük tesislerdeki bakım zorlukları gelişmiş ülkelerde kullanım alanlarını günden güne azaltmakta ve yerlerine boşalmalı (deşarj) lambalar kullanılmaktadır.

3. FLÜORİŞİL LAMBALAR

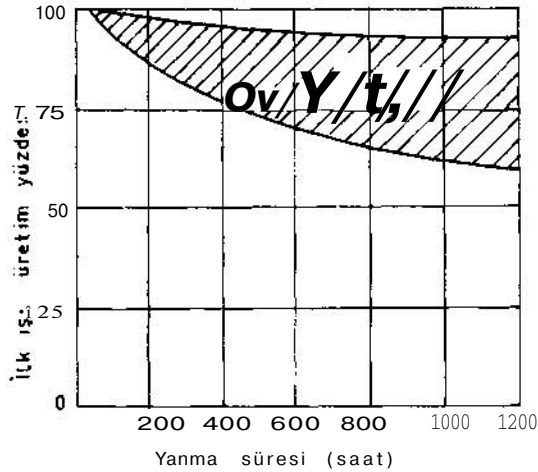
Flüorışıl lambalarda ışık, tüpü içerisinde bulunan cıvanın 253,7 nm (1nm=10⁻⁹ m) de yayınladığı enerjinin yine tüp iç yüzeyine sürülmüş olan fosfor tarafından görülebilir tayfa çevrilmesi ile elde edilir. Tüpe verilen enerjinin ancak % 10-30'u ışık enerjisine dönüşür, geriye kalan bölüm ısı olarak çevreye yayılır. Flüorışıl lambalarda verim 30-70 lümen/Watt gibi yüksek bir değerdedir. Burada verim, lambanın verilen enerjiyi ışığa çevirme verimi ile yayımlanan ışığın görmedeki etkisinin bileşkesi olarak tanımlanır. Şekil 5'te en çok kullanılan flüorışıl lambaların görünen tayfındaki ışık yayma enerjisinin



Şekil 5. Flüorışıl lambaların ışık üretim tayfları.



Şekil 6. Flüorışıl lambalarda sıcaklığın ışık üretimine etkisi.



Şekil 7. Flüorışıl lambalarda ışık üretiminin ömürle değişimi.

dağılımı gösterilmiştir. Çizelge 2'de görülen değerlerin her tip lamba için değişik olması her lambanın ayrı bir ışık yayma enerjisi dağılımı göstermesindedir.

Flüorışıl lambalarda değişik fosforlar kullanılarak ayrı niteliklerde ışığın üretilebilmesi, bu lambaların kullanılma ve beğenilme oranını artırır.

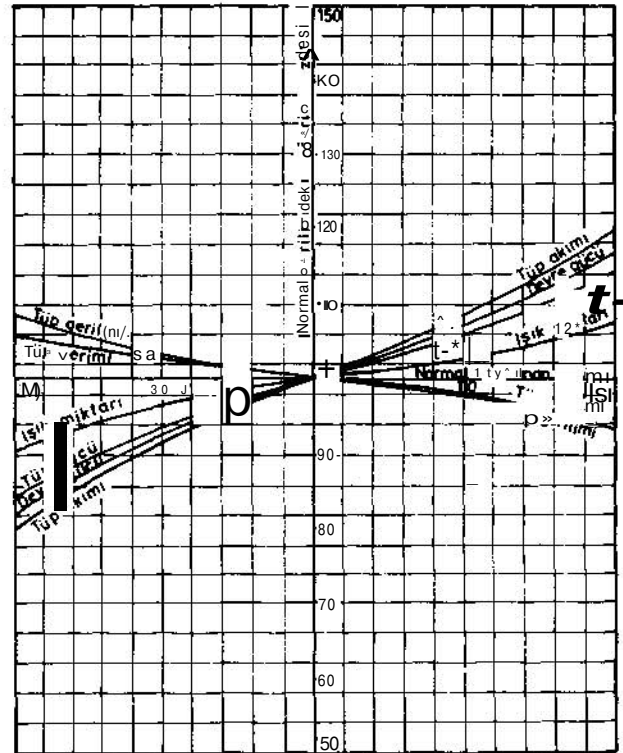
Flüorışıl lambalarda ışık üretiminin verimi çalışma ortamının sıcaklığına çok bağlıdır. Lambanın öngörülen çalışma sıcaklığının üzerinde çalışması durumunda, lambanın ışık üretimi her 1° C'lik artış için % 1 oranında düşer. Çalışma ortamı sıcaklığının, öngörülen sıcaklığın altına düşmesi, bu oranı biraz daha artırır. Ortam sıcaklığındaki değişmelerin çok olduğu yerlerde, lambanın hava akımlarını önleyen kapalı bir kutu içerisinde bulundurulması, olabilecek verim düşüklüklerini önler. Ortam sıcaklığının lamba ışık üretimine etkisinin nedeni, tüp içinde bulunan cıva buharı basıncının tüpün yüzey sıcaklığı ile değişir olmasıdır.

Flüorışıl lambalarda tüpün yüzey sıcaklığı, tüp yüzeyinin cm^2 'sine düşen enerji ile belirlenir. Şekil 6'da 40 mW/cm^2 yüzey yüklemeli tüplerde ortam sıcaklığının ışık verimine etkisi görülmektedir. Yurdumuzda bu tip lambalar yerine yüzey yüklemesi 25 mW/cm^2 ve en verimli çalışma sıcaklığı 25°C olan lambalar kullanılmaktadır.

Cinsi	Güç (W)	Işık miktarı (ilimen)	Işık verimi (Lümen/Watt)
Gün ışığı (Day Light)	40	2100	52,5
	20	820	41,0
Serin beyaz (Cool White)	40	2400	60,0
	20	935	46,8
Sıcak beyaz (Warm White)	40	2500	62,5
	20	975	48,8

Çizelge 2. Flüorışıl lambaların güç ve türlerine göre vermeleri gerekli en düşük ışık miktarları ve ışık verimleri.

Flüorışıl lambaların zamanla ışık üretimlerinde görülen düşüşler Şekil 7'de görülmektedir. Ortalama ömürleri 6000 saat kadardır. Bu ömür, devrede kullanılan durultucu (balast) niteliğine ve açıp-kapama sayısına çok bağlıdır. Çok sık açıp-kapama ömrü yarı-yarıya kısalttığı gibi az açıp-kapama da ömrü 3-4 kat uzatabilir. Kullanılan durultucunun lamba gereksinmelerine uygun olması ve başlama anında uygulanan akımın tepe değerinin normal akım değerinin 2 katını geçmesini önleyememesi, lamba ömrünü yarı-yarıya azaltmaktadır. Uygulanan gerilimdeki değişmelerin flüorışıl lambanın diğer niteliklerine de yaptığı etkiler Şekil 8'de görülmektedir.



Şekil 8. Flüorışıl lamba niteliklerinin uygulanan gerilime göre değişimi (80 W, 240 V)

Flüorışıl lambalar, ışık verimlerinin yüksekliği, daha ucuz ve değişik niteliklerde ışık üretilemeleri, uzun ömürlü olmaları, dağınık ışık vermeleri vb. gibi nitelikleriyle geniş alanlarda kullanılırlar. İlk yatırım masrafları telli lambalara oranla biraz daha yüksektir. Başlatıcılı (starterli) tiplerinde başlama anında birkaç saniyelik ateşleme süresi gerekir. Yeni geliştirilen tiplerde (Rapid start gibi) ışık üretimi anında başlamaktadır. Bakım işlerinde bu konuda bilgili elemanların çalıştırılmaları verimi artırmaktadır.

4. CIVA BUHARLI LAMBALAR

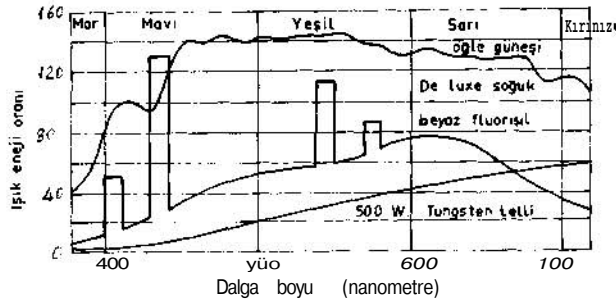
Cıva buharlı lambalarda uyarık, cıva atomlarının son yörüngelerindeki uyarılmış elektronların eski yörüngelerine dönmeleri sırasında serbest bıraktıkları enerji ile üretilir. Bu ışık genellikle görünen tayfın yeşil ve sarı ışık bölgelerinde 496,0 nm, 546,1 nm, 577,0 nm ve 573,1 nm ile mor ötesinde 365,0 nm ve 253,7 nm'lerde yayılmır. Son zamanlarda geliştirilen magnezium florogermanat fosforu ile 365,0 nm'de yayılan enerjinin 625,0 nm ile 675,0 nm arasındaki bölgede kırmızı ışığa dönüştürülmesiyle daha geniş tayflı bir ışık elde edilebilmektedir.

Cıva buharlı lambaların ışık verimi 30-60 lm/W arasında değişmektedir. Ömürlerinin birkaç bin (15 000 saate kadar) saatin üzerinde olması nedeniyle kullanılmaları sırasında çok az bakım gerektirirler. Flüorışıl lambalarda olduğu gibi, bu lambalarda da sık açıp-kapama ömrü kısaltır, az açıp-kapama ömrü uzatır. Kullanılan durultucunun niteliği lambanın çalışması ve ömrünü çok etkiler.

Cıva buharlı lambaların söndükten sonra yeniden yanabilmeleri için 5-25 dakikalık bir süre gerektirmeleri kullanılma alanlarını çok sınırlar. Lambanın söndükten sonra yeniden yanmamasının nedeni boşalma tüpünde oluşan çok yüksek basıncın tüp içerisindeki cıvaya buharlaşma olanağı tanınaması ve bu durumda lambaya uygulanan gerilimle yeniden ateşlemeyi sağlayamamasıdır.

5. GÖRME AÇISINDAN IŞIK ÜRETİCİLERİ

Önceki bölümlerde ana nitelikleri anlatılan ışık üreticileri, ışıksal nitelikleriyle de birbirlerinden ayrılırlar. Şekil 9'da görüldüğü gibi gün-



Şekil 9. Güneş ışığı tayfının yapay ışık tayfları ile karşılaştırılması.

neş ışığı öğleyin görünen tayfta kesiksiz bir ışık yayımlar ve günün diğer saatlerinde ışığın bu niteliği, enerji seviyesindeki değişimlere karşın değişmez. Yaşamın büyük bölümünü gün ışığında geçiren insanlar çevredeki nesnelere bu ışığın altında görür ve algırlarlar. İnsan ikinci kez gördüğü bir nesneyi aynı ışık nitelikli ortamda daha kolay ve tez, değişik ışık nitelikleri olan ortamda daha geç ve güç tanıyabilir. Yapay olarak üretilen ışıklardan güneş ışığına yakın nitelikler taşıyanlar görüş bakımından kolaylık sağlamakta, bunlardan uzaklaşıldıkça nesnelere güneş ışığında algılanan niteliklerinden bazıları belirlenememektedir.

Akkor lambalarla üretilen ışık görünen tayfta mordan kırmızıya doğru artan bir nitelik gösterir. Kırmızı ışık bölgesinde, oransal olarak daha çok ışık yayındığından, bu ışık altındaki nesnelere kırmızı ve sarı renkleri diğer renklerden daha kuvvetli görünürler. Tayf boyunca ışığın kesintisiz olması ayrıntıların görülmesini kolaylaştırır.

Flüorışıl ve cıva buharlı lambalarla üretilen ışık, görünen tayf içerisinde bazı bölgelerde yoğunlaşır, bazı bölgelerde de ani yükselmeler yapar. Bunlar akkor lambalardan daha fazla ışık üretirler.

Bazı bölgelerde görülen ani yükselmelerin komşu bölgelerden çok fazla olması, komşu bölgeden yayımlanacak ışıkla görülebilecek nesnelere ve/yada ayrıntıların görülmesini önler. Bu nedenle flüorışıl lamba seçiminde, lamba kullanım alanının ve yapılacak işin inceliklerinin gözönünde bulundurulması zorunludur.

Flüorışıl lambalara bu açıdan bakıldığında Şekil 9'da tayfı gösterilen de luxe soğuk beyaz lambası en iyi nitelikleri olanıdır. Yurdumuzda üretimi yapılmayan bu lambayı, üretimi yapılan ve tayfları Şekil 5'de görülen lambalardan soğuk beyaz flüorışıl lamba izler. Bu lambanın, ışık verimi yüksek, yakın bölgeler arasında ışık yayma enerji oranı düşüktür. Bu nitelikleri nedeniyle genel aydınlatma birincil ışık kaynağı olarak kullanılmaları önerilir. Flüorışıl lambalar içinde şu anda yurdumuzda en çok kullanılan gün ışığı tipinde, üretilen ışığın % 75'i 430-620 nm'ler arasındaki mavi-yeşil-sarı ışık bölgelerinde kümeleşmiştir. Bu yoğun kümeleşme, bu ışık altındaki nesnelere mavi-yeşil-sarı dışında kalan renklerinin 3-4 kat sönük görülmesine ve bu bölgelerle ilgili ayrıntıların açıkça belirlenememesine yol açmaktadır. Bu durumun giderilmesi için bu lambaların ömürleri sonunda de luxe soğuk beyaz ya da soğuk beyaz lambalar kullanılarak devre dışı bırakılmaları ya da yalnızca kırmızı renk eklemenin yeterli olduğu durumlarda akkor lambalarla karışık kullanılmaları salık verilebilir.

İşık kalitesinin aranmadığı (kaba işlerin yapıldığı) ve sarı ışık baskınlığının önemsenmediği durumlarda; ışık verimi daha yüksek olan sıcak beyaz flüorışıl lambaların kullanılması daha az elektrik enerjisi ile daha çok ışık elde etme olanağı sağlar.

6. IŞIK ÜRETİM EKONOMİSİ

Günlük yaşamda en çok kullanılan akkor lambaların verimi 13-15 lm/W'tır. Gerilim düşümünün hemen her yerde görülmesi ve bunun lamba verimine olumsuz yöndeki etkisi lamba verimini bu değerlerin daha da altına düşürür. Bu durumda istenen aydınlatma koşullarını koruyabilmek için sisteme yeni lambalar eklenmesi zorunlu olabilir. Bu ise enerji tüketimini çoğaltarak gerilim düşümünü artırır ve aydınlatma sisteminin daha da verimsiz çalışmasına yol açar.

Eğer aynı sistemin çektiği güçte bir kısıntı yapılabılırsa bu kez gerilim düşümü azalacak ve sistem normal çalışma koşullarına dönecektir. Tungsten telli lambaların 13-15 lm/W'lık verimine karşılık 40 W'lık flüorışıl lambaların 52,5-62,5 lm/W'lık verimle çalışmaları, aydınlatmada kullanılan tungsten telli lambaların yerine flüorışıl lambaların kullanılmasını ekonomik yönden zorunlu kılmaktadır.

Çizelge 3'de aynı miktar ışık üretimi için flüorışıl ve akkor lambalar ekonomik yönden incelenmiştir. Görüldüğü gibi 1000 lümen-saatlik ışık için ödenecek bedel, flüorışıl lamba kullanıldığında her durum için % 50'den daha çok ekonomi sağlamaktadır. Flüorışıl lamba kullanılarak yapılan aydınlatmada ilk tesis ve işletme masrafları, ilk 1500-2000 saatlik süre sonunda aynı ışık üretimini yapabilen tungsten telli lambalı tesisin yapım ve işletme masraflarına eşit olmaktadır. Bu noktadan sonra tungsten telli lamba kullanmak, flüorışıl lamba kullanmaya göre üç kat fazla elektrik enerjisi kullanmayı ve dolayısıyla 3 kat fazla da aydınlatma bedeli ödemeyi gerektirir. Tungsten telli lambalarla üretilen ışık miktarının flüorışıl lambalarla üretilmesi durumunda aydınlatmada kullanılan elektrik enerjisinde % 70-80 oranında bir azaltma yapılabilir.

Cinsi	Flüorışıl lamba		Tungsten telli lamba	
	Soğuk beyaz	Gün ışığı		
Gerilim (V)	-	-	220	220
Güç (W)	40	40	2x100	1x75 1x100
Işık miktarı (Lm)	2400	2100	2x1250	x650 x1250
Ömür (saat)	6000	6000	1000	1000
Lamba sayısı (adet)	1	1	12	6x6
Işık (1000 Lm.saat)	14 400	15 000	12 600	12 600
Enerji (kKh)	240	240	1200	1050
Enerji bedeli (TL)	180	180	900	767,5
Harcamalar (TL)	200	200	78	78,0
Masraf Top.(TL)	380	380	978	865,5
Işık bedeli (1000 Lm.saat/krş)	2,64	3,01	6,40	6,87

Not: Elektrik enerji bedelinde 1 kWh, 75 kuruş alınmıştır.

Çizelge 3. 6000 saatlik yanma süresi için flüorışıl ve tungsten telli lambaların ekonomik karşılaştırılması.

7. SONUÇ

Yurdumuzda yılda üretilen 12 milyar kWh'lık elektrik enerjisinin yaklaşık 4 milyar kWh'lık bölümü çeşitli aydınlatma hizmetlerinde kullanılmaktadır. 4 milyar kWh'lık elektrik enerjisinin 1 milyar kWh'lık bölümünün çalışmakta olan cıva buharlı, flüorışıl ve diğer boşalmalı lambalar ile tüketilmekte olduğu düşünülürse, geriye kalan 3 milyar kWh'lık bölüm tungsten telli lambalarla tüketilmektedir. Kullanılmakta olan tungsten telli lambaların giderek % 60'ı flüorışıl lambalarla değiştirilebilirse, elde edilecek yıllık elektrik enerjisi artırımı 1,35 milyar kWh' bulacaktır. Bu yolla ortaya çıkarılabilecek 1,35 milyar kWh'lık elektrik enerjisi yurdumuzun bir yıllık elektrik enerjisi artışından fazladır. Bununla içinde bulunduğumuz günlerin enerji sıkıntılarını giderilebilir ve elektrik enerjisi isteyen yeni yatırım alanlarına da elektrik enerjisi verme olanağı bulunabilir.

Yapılacak elektrik enerjisi artırımının, puant saatlerinde elektrik sistemini aşırı yükleyen aydınlatma kesiminde olması, puant saatlerindeki yükü azaltacak, böylece elektrik sisteminin aşırı zorlanması önlenecektir. Puant saatlerinde kullanılan gücün azalması ile puant santralleri gücünde de azaltma yapılabilecek yada ileride bu alana yapılacak yatırımların daha verimli olan sürekli çalışan santrallerin yapımına kaydırılması olanakları elde edilecektir.

Elektrik kısıtlamaları nedeni ile geçen yıllarda sanayi kesiminde oluşan milyarlarca liralık gelir kayıpları, elde edilen bu enerji fazlalığı ile önlenebilecek, ayrıca elektrik enerjisi bedeli olan yaklaşık 1 milyar lira da diğer alanlara kayarak ekonomide yeni satın alma ve yatırım gücü doğuracaktır.

KAYNAKLAR

1. Fink D.J., J.M. Carroll, Standart Handbook for Electrical Engineers, Tenth Edition, Tokyo, 1968
2. Hewitt H., and Vause A.S., Lamps and Lighting, Edward Arnold (Pub.) Ltd. London, 1966
3. Tungsten Filament Lamps for General Service, IEC, 3. Baskı, 1964, Geneva-Suisse
4. USA Standards for Dimensional and Electrical Characteristics of Fluorescent Lamps, 1969, USA Standard Institute
5. Floresan Lambalar, TS.183 / UDK:628.94.03, 1965 Türk Standartları Enstitüsü
6. Tungsten Telli Elektrik Lambaları, TS.278/ UDK0621.326.72, 1965 Türk Standartları Enstitüsü
7. Floresan Lamba Balastları, TS.58 / UDK:621.3.032, 1962 Türk Standartları Enstitüsü
8. General Elektrik Yayınları ve Lamba Katalogları
9. Philips Lamba Katalogu
10. Osram Lamba Katalogu
11. Sylvania Yayın ve Lamba Katalogları