

HASTANE AYDINLATMA SİSTEMLERİNDE; VERİMLİLİK, TASARRUF, KONFOR VE PERFORMANS

Serhat ÖZENÇ Arif KÜNAR

serhat.ozenc@vendeka.com.tr akunar@gmail.com

ÖZET

2013 yılında Türkiye’de 10 yıldan eski hastane yapılarındaki aydınlatma sistemleri incelenmiş ve gerekli temel ölçüm ve mühendislik çalışmaları yapılmıştır. Bu kapsamda malzeme analizleri, uygulama değerlendirmeleri ile “illüminans, lüminans, CRI, CCT, Günışığı Değerlendirme” ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Aydınlatma sistemlerine ilişkin her bir hastanede genel mahaller, bekleme alanları, hasta kat koridorları, hasta yatak odaları ve polikliniklerin en az birinde aydınlatma ölçümleri yapılmış ve günışığı potansiyeli değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme yazısı; ilgili hastanelerin aydınlatma sistemlerinin performans ve verimlilik değerlerini kamuoyu ile paylaşmak amacıyla hazırlanmıştır.

1. HASTANELERE GENEL BAKIŞ

Hastaneler geleneksel ticari binalardan çok daha yoğun enerji tüketimine sahiptirler. BU doğrultuda geleneksel bir ticari binadan yaklaşık iki katı enerji tüketimi ve CO2 emisyonuna sahiptirler [1]. Amerika birleşik devletlerinde ticari elektrik tüketiminin yaklaşık %11’i sağlık yapıları tarafından tüketilmektedir. EIA araştırmalarına göre sağlık yapılarında aydınlatmanın toplam enerji tüketimindeki payı yaklaşık %16 iken, elektrik tüketimdeki payı %44’lere ulaşmaktadır [2]. Dolayısıyla sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği konuları bu yapılarda çok daha önemli bir unsur haline gelmektedir.

24 saat yaşayan bu tür yapılarda, hem çalışan hem de hastaların konforlu ve iyi hissetmesini sağlayacak bir tasarımın oluşturulması oldukça önemlidir. Zira verimli bir sistemden önce ilgili standartların tanımladığı performans ve konfor limitlerinin oluşturulması gerekmektedir. Bu durum hasta konforu kadar, çalışanların da performansını arttıran bir unsurdur. Hastaneler birçok durumda gidilmek istenilen yerler değildir. Yeni tasarım konseptleri; tam da bu nedenle bu tür yapıları, eskiden olduğundan çok daha konforlu ve insanların kendilerini iyi hissettikleri alanlar haline getirme amacındadır.

Hastanelerde aydınlatma ihtiyacı genel ticari bir yapıdan çok daha komplekstir. Hastane yapısı içerisinde farklı fonksiyonelliğe sahip birçok alan ve farklı ihtiyaçlara sahip birçok grup (hasta, görevli ve doktor gibi) bulunmaktadır. Hastane yapılarının büyük bölümü, 24 saat yaşayan ve sürekli bir dinamizm içerisindeki hasta ve personel için birincil yaşam ve faaliyet alanlarından oluşmaktadır. Bu yaşam alanlarının tüm zaman dilimlerinde, hastalar ve hastane personeli için konfor ve performans koşullarını sağlaması gerekmektedir. Bu nedenle enerji verimliliği kadar, performans ve konfor da önem taşımaktadır. Yapılan çalışmalar aydınlatmanın, özellikle sağlık amaçlı yapılardaki önemli sistemlerden biri olduğunu, birçok durumda hasta psikolojisine ve dolaylı olarak hasta tedavi sürecine pozitif etki ettiğini göstermektedir.

2- VERİMLİLİK ve PERFORMANS

Verimlilik-tasarruf, günümüz mühendislik faaliyetlerinin en popüler çalışma alanlarının başında gelmektedir. Fakat tasarrufun temelini verimliliğin oluşturduğu ve tasarrufun ancak verimli bir sistem altyapısı üzerinde kurulacak, uygun işletme teknikleriyle elde edilebileceği unutulmamalıdır. Verimlilik sadece birebir değişim veya daha az tüketen ürünü kullanmaktan çok daha öte; komple,

malzeme + mühendislik + işletme + bakım yaklaşımlarının bütünü olarak ortaya çıkan bir neticedir. Bu neticenin yaratılabilmesi için ise, ilgili mühendislik faaliyetlerinin ve modern teknolojilerin kullanılması kaçınılmazdır.

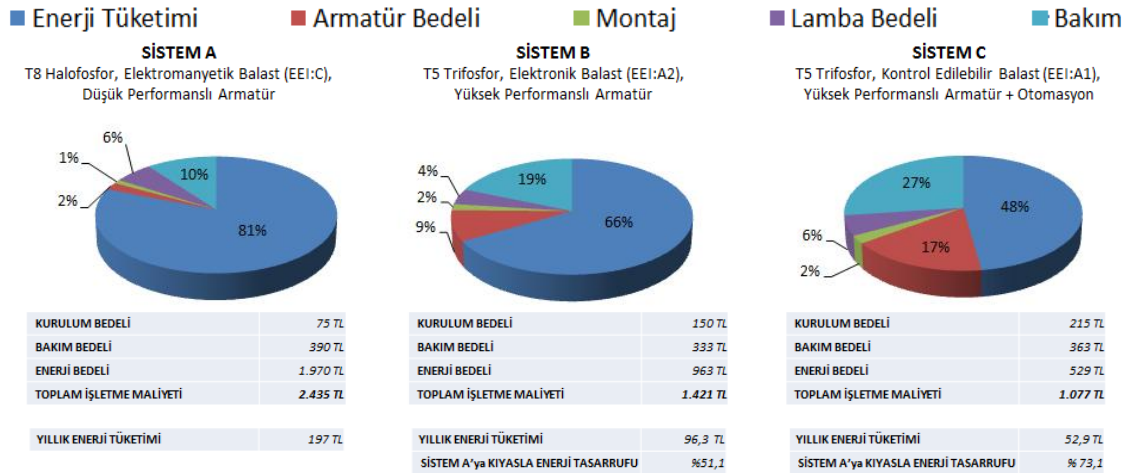
Sürekli aktif bir yapı olması ve geleneksel binalardan daha yoğun olan enerji ihtiyacı ile hastaneler, enerji verimliliği-tasarrufu uygulamaları için bir cazibe merkezi haline gelmiştir. Günümüz aydınlatma teknik ve teknolojileri kullanılarak hastanelerin; hem daha konforlu hem çok daha verimli bir hale getirilmesi mümkündür. Bu kapsamda özellikle eski ve herhangi bir otomasyon sistemi bulunmayan hastaneler için; %60-70'e varan bir tasarruf potansiyeli söz konusudur.

Fakat tasarruf çalışmalarının sadece ticari-fiyat yaklaşımla ele alınması, çoğu zaman verimsiz sonuçların doğmasına neden olmaktadır. Bilinçsiz yaklaşımlar sonucu hastanelerin, standartların dışında ve de

tahmin edilenden çok daha fazla verimsiz altyapılarla donatıldığı görülmektedir.

2.1 Tasarruf Potansiyeli

Birçok uygulama alanında bir aydınlatma donanımının yıllık enerji tüketimi; satın alma bedelinin çok daha üstüne çıkmaktadır. Bu fark özellikle hastane gibi sürekli kullanım alanlarının yoğunlukta olduğu uygulamalarda dramatik bir artış göstermektedir. Bu nedenle, donanım tercihlerinde yıllık ve/veya ömür boyu işletme maliyetlerinin, ürünün satın alma bedelinden çok daha önemli olduğu ve ucuz fakat verimsiz bir ürünün sürekli işletme şartlarında kurumlara çok daha büyük bedellere sebep olduğu unutulmamalıdır. Eş optik performans ile farklı verimlilik ve teknolojiye sahip 3 ayrı armatür yapısının sürekli işletme koşullarında (yıllık 8760 saat) kurumlara oluşturdukları kurulum ve bakım – işletme maliyet analizi aşağıdaki Grafik1'deki gibidir.



- Elektrik Tarife Bedeli: 0,25 TL/kWh; yıllık işletme süresi 8760 saat; armatür bakım periyodu: 12 ay
 - Lamba Yenileme Periyodu: Sistem-A 8.000 saat, Sistem-B ve Sistem-C 25.000 saat
 - DALI Tabanlı Otomasyon Uygulaması: Varlığa duyarlı otomasyon ve adaptif dimmerleme
- NOT: Maliyet değerlendirmelerinde otomasyon sistemi için gerekli olan kablolama işçiliği değerlendirilmeye alınmamıştır (yapısal farklılıklar sebebiyle).

Grafik-1: Farklı armatürlere ait 10 yıllık işletme projeksiyonu

2.2 Uygulama Standartları

Hastanelerin koridor, hasta odaları, hasta koğuşları ve klinik alanlarının her biri, gerekli fonksiyonların yerine getirilmesine olanak sunacak nitelik ve nicelikte bir aydınlatma sistemiyle donatılmalıdır. Bu kapsamda tasarım limitleri ülkemizde de geçerli olan EN12464-1 (TS EN 12464-1) standardı içerisinde tanımlanmaktadır. [3]

Tasarım limitleri açısından en temel faktörler;

- Ortalama Aydınlik Seviyesi (L_{ux})
- Renksel Geriverim (CRI)
- UGR (Unified Glare Rating)'dir.

Bunların dışında aydınlatmanın düzgünlüğü ve uygulamaya uygun renk sıcaklığına (CCT) sahip ışık kaynaklarının

kullanılması da oldukça önemlidir. Ülkemizdeki kamu hastanelerinin genel yapısı incelendiğinde, çoğu zaman temel parametrelerin dahi sağlanmadığı gözlemlenmektedir. Özellikle klinik alanlardaki aydınlatmaların gerek nitelik

gerekse nicelik açısından uygunsuzluğu, hastaların konforunu ve çalışanların performanslarını olumsuz etkileyecek seviyededir. “Sağlık Yapıları İçin Olması Gereken Aydınlatma Standartları” aşağıdaki tablodaki gibidir.

	Em	UGRL	Ra		Em	UGRL	Ra
GENEL KULLANIMA YÖNELİK ALANLAR				TEDAVİ ODALARI (GENEL)			
BEKLEME ODASI	200	22	80	DİALİZ	500	19	80
KORİDORLAR (GÜNDÜZ)	200	22	80	DERMATOLOJİ	500	19	90
KORİDORLAR (GECE)	50	22	80	ENDOSKOPİ ODALARI	300	19	80
GENEL ODALAR	200	22	80	PANSUMAN ODALARI	500	19	80
PERSONEL				MEDİKAL BANYOLAR	300	19	80
PERSONEL OFİSLERİ	500	19	80	MASAJ VE RADYOTERAPİ	300	19	80
PERSONEL ODALARI	300	19	80	AMELİYATHANE ALANLARI			
KOĞUŞ				HAZIRLIK ALANLARI	500	19	90
GENEL AYDINLATMA	100	19	80	AMELİYATHANE	1000	19	90
OKUMA AYDINLATMASI	300	19	80	YOĞUN BAKIM ÜNİTESİ			
TEMEL MUAYENE	300	19	80	GENEL AYDINLATMA	100	19	90
MUAYENE ve TEDAVİ	1000	19	90	TEMEL MUAYENE	300	19	90
GECE AYDINLATMASI	5	--	80	MUAYENE ve TEDAVİ	1000	19	90
HASTA BANYO ve TUVALETLERİ	200	22	80	GECE İZLEME	20	19	90
MUAYENE ODALARI GENEL				Dişçi			
GENEL AYDINLATMA	500	19	90	GENEL AYDINLATMA	500	19	90
MUAYENE ve TEDAVİ	1000	--	90	HASTA ALANINDA	1000	--	90
GÖZ MUAYENE ODALARI				OPERASYON ALANINDA	5000	--	90
GENEL AYDINLATMA	300	19	80	DİŞ BEYAZLIĞI EŞLEŞTİRME	5000	--	90
GÖZ (DİŞ) MUAYENE ALANI	1000	--	90	LABORATUARLAR ve ECZANELER			
OKUMA VE GÖRME TEST PANNELERİ	500	16	90	GENEL AYDINLATMA	300	19	80
TARAMA ODALARI				RENK EŞLEME	1000	19	90
GENEL AYDINLATMA	300	19	80	ARINDIRMA ODALARI			
EKRANLI TARAMA DONANIMLARI	50	19	80	STERİLİZASYON ODALARI	300	22	80
NAKİL ODALARI				DEZENFEKSİYON ODALARI	300	22	80
GENEL AYDINLATMA	300	19	80	OTOPSİ ALANLARI ve MORGLAR			
MUAYENE ve TEDAVİ	1000	19	80	GENEL ALANLAR	500	19	90
				DİSEKSİYON ve OTOPSİ MASASI	5000	--	90

Tablo-1: EN12464-1 Sağlık Hizmeti Veren Yapılar İçin Aydınlatma Kriterleri

3. GENEL DEĞERLENDİRMELER

Günümüzde son dönemde yapılan modern hastane yapılarının dışındaki tüm eski (5 yıldan eski) hastane yapıları için aydınlatma sistemlerinin birbirinin kopyası olduğu ve tek tip bir aydınlatma altyapısı oluşturduğu görülmüştür. Ölçüm yapılan her üç hastanedeki elektriksel altyapı ve karşılaşılan problemler birbirinin aynısıdır. Verimsiz ve eski olduğu bilinen mevcut aydınlatma altyapısına bir modernizasyon önerisi oluşturulması için, öncelikle var olan sistemin kapasitesinin ve eksikliklerinin net olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle ilk olarak mevcut malzeme özelliklerinin ve yeterliliklerinin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

- Yapılan değerlendirmelerde tesisler içerisinde kullanılan armatür yapılarının çok düşük verimlilikte olduğu ve ürünün ışık dağılım özellikleri ve projelendirme

detayları nedeniyle konforsuz bir aydınlatma yapıldığı görülmüş ve ölçülmüştür.

- Müteahhitler ve projeciler tarafından bilinçsizce ve ezbere tercih edilen çift parabolik reflektörlü 4x18W armatürler günümüzde; ne performans ne de konfor açısından hastane yapıların kullanılmaya uygun değildir. Bu noktalarda konforlu bir hacim aydınlatması sağlayacak tipte, düşük UGR değerine sahip yayınlık ışık dağılımlı armatürler tercih edilmelidir.

- Armatürler içerisinde günümüzde ekonomik ve teknik sebeplerle kullanımı birçok noktada yasaklanan; kısa ömürlü ve düşük verimli halofosfor floresan ışık kaynakları bulunmaktadır. Buna karşın günümüz floresan ve LED teknolojileri bu ışık kaynaklarına kıyasla daha yüksek verime, daha uzun servis ömrüne, daha

düşük erken arıza oranına ve daha uygun spektral özelliğe (yüksek CRI ve uygun CCT) sahiptir.

- Tesislerin belirli noktalarında tasarruflu lamba olarak bilinen ve içerisinde dahili bir balast devresinin bulunduğu kendinden balastlı kompakt floresan ışık kaynakları kullanılmaktadır. Adı tasarruflu lamba olarak lanse edilmesine karşın, bu ışık kaynakları; sadece konut tipi aydınlatma ekipmanlarında kullanılmaya uygun olup, güncel lineer floresan ve/veya LED sistemlere kıyasla çok daha verimsiz çözümlerdir.

- Yapının eski olması nedeniyle armatürlerin çok büyük bir kısmında kullanımı regülasyonlar ile sınırlanmış olan elektromanyetik balast devreleri kullanılmaktadır. Oldukça yüksek termal kayıpları olan bu balast devreleri nedeniyle; 4x18W armatürler 90W'ın üzerinde güç tüketmektedir. Güncel elektronik balastlı devreler için bu değer 72W mertebelerindedir.

- Donanım altyapısının eski olmasının ötesinde, sistem içerisinde hiçbir noktada otomasyon ve kontrol teknolojileri mevcut değildir. Bu nedenle de tasarrufa yönelik herhangi bir işletme yaklaşımının uygulanması için, gerekli altyapı mevcut değildir. Otomasyon sistemlerinin entegrasyonu, günışığı potansiyeli ve/veya değişken kullanım yoğunluğu veya alışkanlığının görülebildiği noktalarda enerji tüketimi; %50'ye varan oranda azaltabilmektedir.

- Tüm hastane bloklarının giriş bölümünde değinilen standartlar gözetilmeden seçilen tek tip armatür yapıları nedeniyle, hemen hemen hiçbir noktada performans kriterleri sağlanmamaktadır. Klinik alanlardaki zayıf aydınlatma değerlerine karşın, standardın; 1,5– 2 katı seviyelerde aydınlatılmış koridorlar mevcuttur.

- Verimsiz ve ekonomik ömrünü tamamlamış sistem altyapılarının yanı sıra, uygulama ve projelendirme hataları nedeniyle; kayıplar çok yüksek mertebelerdedir. Bu nedenle, malzeme kadar uygulama ve mühendislik süreçlerinin de elden geçirilmesi gerekmektedir.

- Hastaneler sürekli işleyen yapılar olduğundan modernizasyon çalışmalarının uygulanabilirliği büyük önem taşımaktadır. Eğer hastanelerde taş yünü veya metal asma tavan yapısı varsa projelendirme iyileştirilmesinin yapılması ve otomasyon sistemlerinin entegrasyonu mümkündür. Bu alanlarda temel linye altyapısını değiştirmeden yapılacak değişiklikler ile modernizasyon süreçlerinin gerçekleştirilmesi mümkündür. Eğer asma tavan yoksa, iyileştirme yapmak, altyapıyı değiştirmek çok zor, hijyen olmayan, zaman alıcı ve masraflı olmaktadır.

- Modernizasyon kapsamında yapı içerisindeki aydınlatma değerlerinin de standartlara uygun hale getirilmesi için, altyapı değişikliği gerektirmeyen projelendirme revizyonlarını yapmak daha fizibil olmaktadır.

- Otomasyon sistemlerinin uygulanması için öncelikli alanlar; genel mahaller ve koridorlar olarak belirlenmelidir. Hasta odalarındaki yüksek günışığı potansiyeli nedeniyle, günün çok büyük bir kısmında yapay aydınlatmaya ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu nedenle bu alanların sadece anahtarlama kontrolü ya da iki kademeli aydınlatma yapacak şekilde merkezi otomasyona bağlanması düşünülebilir.

- Yapılacak modernizasyon yatırımları için geri ödeme süreleri yıllık kullanım süresi, uygulama noktası ve kullanılacak malzemenin teknoloji düzeyine bağlı olarak 1.5 ile 3 yıl arasında gerçekleşmektedir.

- Sonuç olarak modernizasyon amacıyla uygulama, mühendislik ve işletme konularındaki eksiklikleri öngörmeden, sadece malzeme odaklı yaklaşımların oluşturulması tek başına yeterli olmayacağı gibi, yapılan yatırımlarında amaçlanan hedeflere ulaşamaması anlamına gelecektir. Bu nedenle gerçekleştirilecek modernizasyon çalışmaları ilgili yapının tüm noktalarında standartlara uygun ve yüksek verimli bir altyapı kurulmasını hedeflemelidir.

3. 1 Armatürler

Değerlendirmeye alınan tüm hastane yapılarında ağırlıklı olarak 4x18W çift parabolik ürünler kullanılmaktadır. Genel olarak birçok noktada bu armatürlerin toplam kurulu güçteki payı %80'leri aşmaktadır. Genel olarak elektromanyetik balastlı armatürler ağırlıktayken, hastanelerin yeni yapılan ve sonrasında yapılan ek hizmet noktalarında elektronik balast kullanıldığı noktalarda görülmüştür. Fakat Değerlendirme yapılan noktalarda elektronik balast kullanımı %20'nin altındadır. Ürünlerin büyük çoğunluğu çift parabolik reflektörlü ürünler iken dahiliye ve poliklinik alanlarında belirli oranda prizmatik lensli versiyonları kullanılmaktadır.



Şekil 1: 4x18W Parabolik Reflektörlü ve Prizmatik Lensli Armatürler

Kullanılan ürünlerin tamamında alt segment reflektör malzemesi kullanılmıştır. Bununla birlikte armatürler

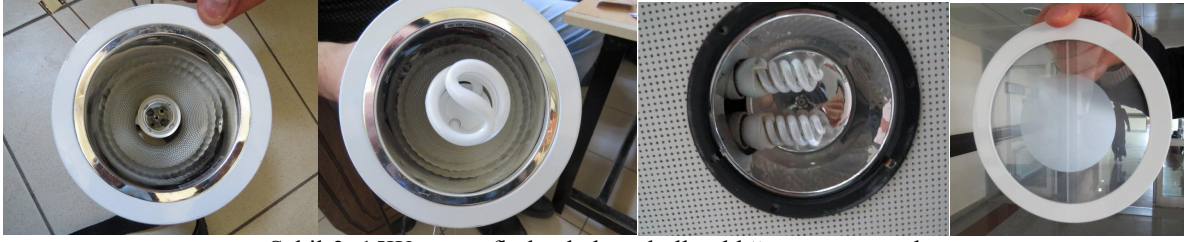
ciddi optik kusurlar içermektedir. Bu nedenle armatür içi kaçak ışık oranları yüksek ve verimleri düşüktür.



Şekil 2: 4x18W Parabolik Reflektörlü Armatürler Optik Kusurları

Sınırlıda olsa özellikle genel mahallerde downlight tipi armatürlerinde kullanıldığı tespit edilmiştir. Belirli noktalarda ise

armatürlerde yapısal değişiklikler yapılarak tasarruflu ampullerle kullanılacak şekilde bilinçsiz değişimler yapıldığı görülmüştür.



Şekil-3: 15W tasarruflu lambaların kullanıldığı armatür yapıları

3.2. Işık Kaynakları

Bilindiği üzere hastane aydınlatmasında minimum; 80 CRI aranırken, klinik alanlarda bu değer; 90'a kadar çıkabilmektedir. Fakat mevcut yapıda kullanılan tüm ışık kaynakları ölçülmüş ve CRI değerlerinin; 70-75 arası olduğu belirlenmiştir. Bu değer ilgili standartlar gereği hem genel mahaller hem de klinik alanlar için oldukça düşüktür. Hastane yapılarında renksel geriverimi (CRI) kadar kullanılacak ışık kaynağının renk sıcaklığı (CCT) da önem arz etmektedir. Hastane içerisinde kullanılan ışık kaynaklarının

zaman içerisindeki tedarik çeşitliliğine bağlı olarak, farklı ve uygun olmayan renk sıcaklıklarında oldukları da gözlemlenmiştir. Ağırlıklı olarak 6500K renk sıcaklığında ürünler kullanılırken yer yer 3000K ışık kaynaklarının da kullanıldığı gözlemlenmiştir. Belli noktalarda ise farklı renk sıcaklığındaki ışık kaynaklarının bir arada kullanıldığı uygulamalara da rastlanmıştır. Yapının belirli noktalarında ise plansız olarak çok yüksek renk sıcaklığında (10.000K – 12.000K) ışık kaynakları kullanılmaktadır



Şekil-4 Işık Kaynakları

Trifosfor ışık kaynakları hem teknik hem ekonomik açıdan daha üstündür. Bu nedenle dünyada birçok noktada halofosfor ışık kaynaklarının kullanımları sınırlandırılmıştır. Aşağıdaki tablodan T8 halofosfor ışık kaynağı ile T8 trifosfor ışık kaynağı arasındaki temel farklılıklar incelenebilir. Günümüzde kullanılan daha uzun ömürlü ve yüksek optik performansa sahip T5 ışık kaynaklarında da; trifosfor

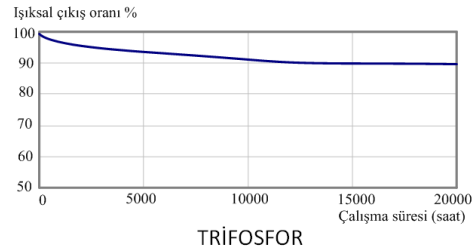
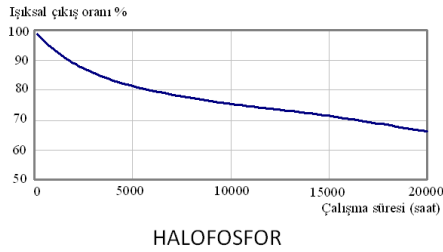
kaplama kullanılmaktadır. Mevcut yapıda kullanılan 18W ışık kaynaklarının ışık akısı değerleri 950-1050 lümen mertebelerindedir. Eş renk sıcaklığına sahip trifosfor kaplı floresan ışık kaynakları için bu değer 18W için 1300 lümen mertebelerindedir. Yeni nesil T5 ışık kaynakları için ise ışık akısı değeri 14W için 1175 lümen mertebelerindedir.

	36W HALOFOSFOR MANYETİK BALAST	36W TRİFOSFOR MANYETİK BALAST	36W TRİFOSFOR ELEKTRONİK BALAST
IŞIK AKISI	2500 Lümen	3350 Lümen	3350 Lümen
ETKİNLİK FAKTÖRÜ	69 lm/W	93 lm/W	93 lm/W
ÖMÜR (%10 Arıza)	10.000 Saat	12.000 Saat	17.000 Saat
İŞIKSAL KARARLILIK	%76	%92	> %92
CRI	72	82	82

Tablo-2: Halofosfor ve Trifosfor Işık Kaynaklarının Teknik Özellikleri

Trifosfor floresan ışık kaynakları hem teknik hem de ekonomik açıdan daha uygun çözümlerdir. Elektronik balast kullanımı durumunda bu ışık kaynaklarının ömürleri %10 arıza için 17.000 saate

ulaşırken T5 floresan ışık kaynakları için bu süre 19.000 saatin üzerine çıkmaktadır. Koridor alanları gibi düşük anahtarlamaların olduğu uygulamalarda bu süre 23.000 saate ulaşmaktadır.

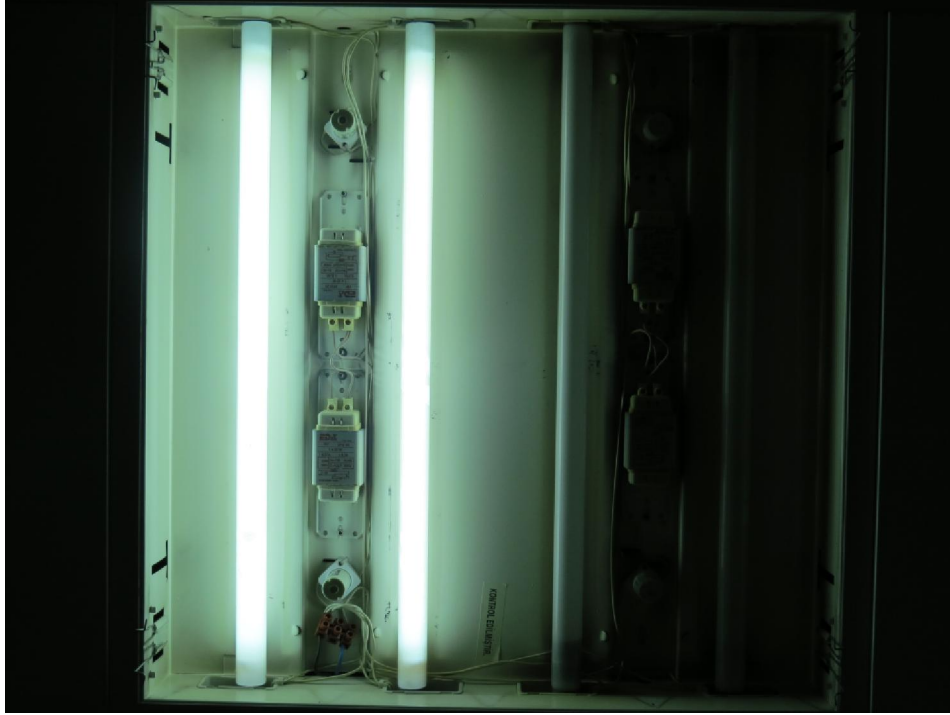


Grafik-2: Halofosfor ve Trifosfor Işık Kaynaklarının Işıksal Kararlılıkları [4]

Mevcut yapılarda kullanılan halofosfor ışık kaynaklarının en temel problemi, ışık akılarının zaman ekseninde çok hızlı bir düşüş göstermesidir. Bu nedenle mevcutta ölçüm yapılan birçok alanda aydınlık seviyelerinin planlanan değerlerin çok daha altında olduğu görülmüştür. Genel olarak mevcut yapıdaki ışık kaynaklarının çıkışları ilk 10.000 saatte; %24 oranında azalmaktadır. Trifosfor ışık kaynaklarında bu süre sonunda görülecek değer düşümü %10'dan daha azdır.

3.3 Balastlar

Bilindiği üzere floresan ışık kaynakları ancak uygun bir balast devresi ile çalıştırılabilmektedir. Üzerlerinde çok ciddi oranda oluşabilen kayıplar nedeniyle bu ekipmanların yapısı sistem verimliliği açısından en belirleyici unsurlardan biridir. Değerlendirmeye alınan hastanelerde ağırlıklı olarak D sınıfı yüksek kayıplı elektromanyetik balastlar kullanılırken belirli noktalarda bilinçsizce 4 balastlı devre yapılarının kullanıldığı görülmüştür. Ne yazık ki bu armatürlerin tamamı tek linyeden beslendiğinden kademeli anahtarlama yapılamamaktadır.



Şekil-4 Dört Elektromanyetik Balastlı Armatür Devresi

	4x18W A2 SINIFI (Sabit Çıkışlı Elektronik Balast)	4x18W C SINIFI (2 adet Elektromanyetik Balastlı)	4x18W C SINIFI (4 adet Elektromanyetik Balastlı)
DEVRE GÜCÜ	71 W	90 W	112 W

Tablo-3: 4x18W Armatür Balast Kombinasyonları

4 UYGULAMA NOKTLARI

Hastanelerdeki aydınlatma uygulamalarının da, en az ekipmanlar kadar sıkıntılı olduğunu söylemek mümkündür. Zira hasta odalarından koridorlara, klinik alanlardan genel mahallere kadar hemen hemen tüm noktalarda tek tip (parabolik reflektörlü) armatürler kullanılmaktadır. Oysa ki, özellikle klinik alanlar ve hasta odalarında reflektörlü tipteki ürünler yerine, düşük UGR değerine ve yaynık ışık dağılımlı ürünler tercih edilmelidir.

4.1 Hasta Odaları

Hasta odalarının bulunduğu bloklar gün ışığından faydalanma konusunda gün ışığını gündüz yüksek yoğunlukta alacak şekildedir. Dolayısı ile hasta yatak odalarının gündüz gün ışığından istifade oranları yeterli hatta yüksek seviyededir. Yılın geniş bir zaman diliminde yapay

aydınlatmaya ihtiyaç duyulmamaktadır. Gün ortası vakitlerde yapılan ölçümlerde perdeler açık iken aydınlık seviyelerinin birçok noktada 500 lüksün üzerinde olduğu ölçülmüştür. Bu değerler iklim şartlarına göre farklılık gösterebileceği gibi odanın bulunduğu cepheye bağlı olarak günün başı veya günün sonuna doğru yapay aydınlatma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Kış aylarında ise özellikle tek cepheden ışık alan ve derinlemesine ilerleyen oda yapıları için günün belirli dönemlerinde özellikle odanın pencerede yapay aydınlatma ihtiyacı duyulmaktadır. Dolayısıyla armatür ve otomasyon gruplamalarının buna göre gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Günün önemli bir periyodunda birçok hasta odası için yapay aydınlatmaya ihtiyaç duyulmaz iken hastane genelinde herhangi

bir ışık açıp kapama politikasının ve bu işi yapacak yetkili personelin olmaması ve/veya işini yapmaması sonucu ışıkların açılıp kapanması tamamen odada o an bulunan hasta ve hasta yakınlarının inisiyatifine bırakılmıştır. İklimsel şartlar iyi olmasına rağmen çalışma sürecinde gözlemlenen tablo, herhangi bir merkezi kontrolün olmaması nedeniyle birçok

alanda armatürlerin ihtiyaç duyulmaması halde çalışır durumda olduğudur. Herhangi bir şekilde otomasyon ve merkezi anahtarlama sistemlerinin kullanılmaması nedeniyle de anahtarlama planlı olarak yapılamamaktadır. Çekimler esnasında günışığı potansiyelinin ölçülmesi amaçlandığından tüm armatürlerin kapalı olması sağlanmıştır.



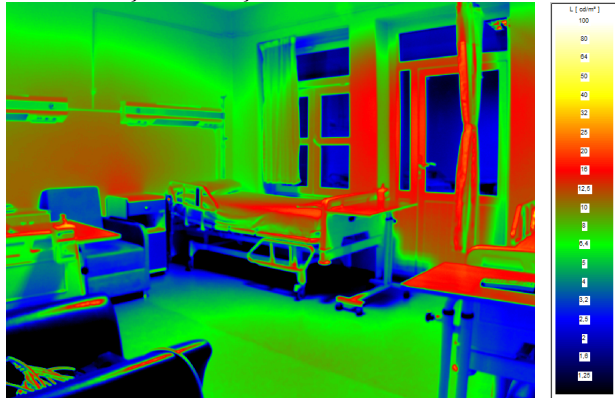
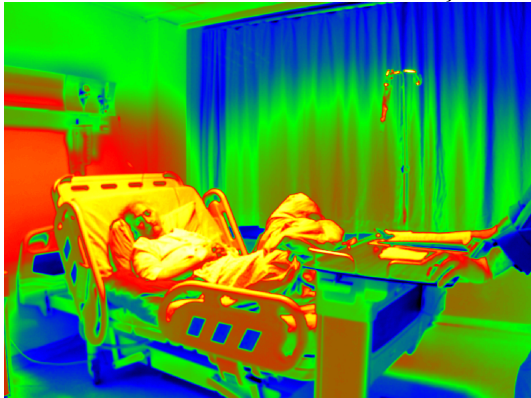
Şekil-5: Hasta Odaları

Armatür yerleşimleri ise odanın büyüklüğüne bağlı olarak farklılık gösterdiğinden odalar arasındaki aydınlık seviyeleri de oldukça değişkendir. Genel olarak odalardaki ortalama aydınlık seviyeleri 150-210 lüks mertebelerindedir.

haline gelmiş bu yanlış gelenek neredeyse ülkemizde tüm hastanelerde karşılaşılan bir durumdur. Genel olarak hasta odalarında düşük UGR değerli ve yayınlık ışık dağılıma sahip armatürler ile hacim aydınlatması yapılması gerekmektedir.

Hasta odalarının aydınlatılmasında da yapının neredeyse bütününde kullanılan çift parabolik reflektörlü armatürler kullanılmaktadır. Görsel konfor ve ışık dağılım karakteristikleri nedeniyle bu tip armatürlerin hastane yapılarında kullanılmaları uygun değildir. Fakat mevcut kamu binalarındaki bir nevi alışkanlık

Hasta odalarında reflektörlü ürünler doğrudan hastaların üzerinde bulunmakta olup, yatar vaziyetteki hastaların bu konudaki şikayetleri dinlenmiştir. Özellikle reflektörlü ürünlerin doğrudan bakış doğrultusunda olmaları durumunda, görsel konfor ve fizyolojik rahatsızlıkların oluşması kaçınılmazdır.



Şekil-6: Hasta Odası Lüminans Ölçümleri

4.2 Koridorlar ve Genel Mahaller

Koridorların ve genel mahallerin çoğu zaman, klinik alanlara kıyasla daha yüksek seviyelerde aydınlatıldığı görülmüştür. Koridorlarda armatürlerin kapalı olduğu durumlar için günışığı almayan kısımlarda (koridorun sadece 2-3 m'lik kısmı doğrudan günışığından faydalanmaktadır.), aydınlık seviyesi; 5 lüks mertebelerine kadar düşüş gösterdiğinden, gündüz saatlerinde birçok noktada armatürlerin devre dışı bırakılması uygun olmamaktadır. Armatürlerin çalıştığı durumlarda armatürlerin kirlilik ve arıza

durumlarına bağlı olarak koridorlarda; gündüz 280-350 lüks gece 240 lüks mertebelerinde aydınlık seviyesi değerleri ölçülmüştür. EN-12464-1 standartları gereği hastane koridorlarının 2 farklı seviyede olması önerilmektedir. Dolayısı ile bu değerler, gündüz ve gece koridor değerlerine göre oldukça yüksektir. Bu doğrultuda armatürlerin gece ve gündüz olmak üzere iki farklı ışık çıkışında çalıştırılabilmesi gerekmektedir. Fakat mevcut linye yapısı ve armatürlerin özellikleri nedeniyle, bu yönde kontrol yapılamamaktadır.



Şekil-7: Koridor ve Genel Mahaller

4.3 Klinik Alanlar

Klinik alanlar hastane yapıları içerisinde en yüksek aydınlık seviyesi ve CRI değerinin istendiği noktalar. Çoğu zaman gündüz zaman dilimlerinde dahi yapay aydınlatma ekipmanlarına ihtiyaç duyulabilmektedir. İlgili standartlar gereğince klinik alanlarda ihtiyaç duyulan ortalama aydınlık seviyeleri 500-1000 lüks mertebelerinde iken günışığı potansiyelinin olmadığı noktalarda 150 lükslere kadar inen değerler ölçülmüştür. Genel olarak sağlıklı bir teşhis koyulabilmesi için CRI 90 olması gereken renksel geriverim indeksi mevcut ürünlerde 73 mertebelerindedir. Dolayısıyla mevcut klinik alanlardaki aydınlatma ekipmanlarının hem nitelik hem de nicelik olarak yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Günışığının bulunmadığı akşam saatleri için birçok klinik alanda ölçülen; 100 lüks mertebelerindeki aydınlık seviyeleri kabul edilemeyecek kadar düşüktür. Bu alanlardaki armatür yapılarının değiştirilerek, daha yüksek ışık çıkışına ve daha iyi/uygun radyometrik özelliklere

sahip alternatifler ile değiştirilmesi gerekmektedir.

5. YATIRIM

Modernizasyon için uygulama noktasına bağlı olarak 1000 ila 3500 Lümen aralığında net ışık çıkışına sahip yayınlık (lambertien) dağılımlı armatürlerin kullanılması önerilmektedir. Bu noktada kullanılacak ürünün teknolojisi yani LED mi yoksa floresan altyapısının mı kullanılacağı işletme süresine bağlı olarak belirlenmelidir. Genel olarak kısa süreli kullanımın olduğu ve yıllık işletme süresinin 3000'in saatin altında olduğu noktalar için LED sistem kullanımı ekonomik olmayacaktır. Bu noktada özellikle klinik alanlar gibi kısa süreli kullanımın ve yüksek ışıksal çıkışın istendiği noktalarda floresan altyapılarının kullanılması önerilmektedir.

Buna karşın koridor ve genel mahaller gibi sürekli kullanımın ve nispeten daha düşük ışıksal güce ihtiyaç olunan noktalarda LED sistem kullanımı önerilmektedir.

Koridor ve genel mahaller için g n     , varlık ve zamana ba   dimmerleme (     seviyesinde oynama) yapabilecek armatür ve kontrol sistemlerinin kullanımı özellikle önerilmektedir. Hasta odalarında ise kademelendirme yapılması yeterli görülmektedir. Yatırım   nceli   en yüksek enerji kayıplarının g  r  ld     elektromanyetik balastlı 4x18W armatürler üzerinden gerçekleştirilmelidir. Bu noktadaki ikinci tercih kriteri ürünün yıllık kullanım süresi olacaktır. Bu süre modernizasyon   nceli   ve kullanılacak ekipman yapısının LED mi yoksa yeni nesil floresan       kaynağı mı olacağı konusundaki karar için belirleyici olacaktır.

6. SONUÇ:

Genel olarak özetleyecek olursak; inceleme yapılan tüm alanlarda başta malzeme teknolojisi olmak üzere, bileşen uygunsuzlu  , mühendislik hataları ve uygulama yanlışları sonucu ortaya çıkan çok yüksek kayıp oranları söz konusudur. Bu konuda öngörülen   z  m; öncelikle mühendislik olarak tüm sistemin uçtan uca ele alınması ve akabinde en uygun teknolojik limitlerde sistem altyapısının iyileştirilmesi yönündedir.

Günümüz aydınlatma teknolojisinin geldiği nokta mevcut durumun %50'nin üzerinde tasarruf sağlanması olanak sunabilecek düzeydedir. Genel olarak uygun mühendislik çalışmalarıyla oluşturulması durumunda bu tasarruf potansiyelinin daha da iyileştirilmesi mümkündür. Fakat tasarruf konusu öncesinde, mevcut aydınlatmaların; öncelikle standartlara uygun yapılması zorunludur. Zira birçok koşulda görülebileceği gibi, çoğu zaman koridorların, hasta yatak odaları, poliklinikler ve doktor-muayene odalarından daha iyi aydınlatıldığı ya da performans ve konfor   l    terleri açısından

hiçbir standarda uyulmadığı da görülebilecektir. Bu kapsamda yanlış bir uygulama ve mühendislik   z  m   üzerinden, sadece malzemeyi değiştirerek bir yaklaşım yapmaktansa, bahsi geçen noktalardaki problemlerin de üzümünü sağlayacak bir model geliştirilmesi gerekmektedir.

Altyapının modernizasyonu açısından birçok noktada tavan yapısının ta   y  n  /metal asma tavan şeklinde olması büyük avantaj sunmaktadır. Bu sayede modernizasyonların kablolama adına işçilik çıkarmadan ve iyileştirme için gerekli olan yerleşim farklılıklarının uygulanmasına izin verecek şekilde yapılması mümkündür. Bu noktada d    n  len yatırımlarda geri ödeme süreleri esas alındığından öncelik sıralamasında iki faktör belirleyici olmaktadır. Bunlar armat  r  n sistem verimliliği ve yıllık kullanım s  residir. Yıllık kullanım süresinin 6000 saat ve üzeri olduğu ve otomasyon sistemlerinin entegre edileceği genel mahaller için LED, yıllık kullanım sürelerinin 3000 saatin altında olduğu hasta odası ve klinik alanlar için ise "lineer flüoresan" teknolojilerinin kullanımı önerilmektedir.

KAYNAKLAR:

- [1] U.S. Department of Energy. "The Dept of Energy Announces the launch of Hospital Energy Alliance to Increase Energy Efficiency in the Healthcare Sector." April 29, 2009. www.energy.gov
- [2] Energy Information Administration. Healthcare Buildings, 1995 Commercial Buildings Energy Consumption Survey, "How do they use energy and how much does it cost?", January 3, 2001. www.eia.doe.gov
- [3] EN12464: Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places
- [4] Philips Application Guides & Leaflets