

# Aydınlatmanın Tarihi

Pek farkında olmadan aydınlatmada yeni bir devire, belki de çok renkli bir devrime şahit oluyoruz: Tüm dünyadaki evlerde, ofislerde ve yollarda, aydınlatma için kullanılan armatürler birer birer yenileniyor. Önce yıllarca "ampul" diye yanlış adlandırdığımız akkor lambaların, sonra kompakt flüoresanların kullanımından hızla vaz geçilip LED'li armatürlere geçiliyor. Daha az enerji kullanımı, daha temiz hava ve doğa isterken LED'lere olan bu yönelimi yadırgamamak lazım. Ancak LED'ler aslında gerçekten de yeni bir teknoloji: Daha parlak ve verimli LED'lere ihtiyaç var; uygun ışık dağılımının belirlenmesi, çalışırken biraz fazla ısınmaları tasarımda hâlâ çözülmesi gereken problemlerden yalnızca ikisi. Aydınlatma tarihimize kısa bir yolculuk, insanoğlunun daha ilk başlardan itibaren benzeri sorunlara kafa yormak zorunda kaldığını gösteriyor..



İspermeçet mumu



# Gelişimi

İlk insanlar, ateşin gücünü muhtemelen orman yangınları ve düşen yıldırımlar sayesinde, şans eseri fark etti. Hem ısınmak hem de tehlikelerden korunmak için ateşin kullanılabilceği kısa sürede anlaşıldı, ama yanan bir ateşin sürekliliğini sağlamak sorundu. İnsanın günümüzden 800.000 yıl kadar önce ateşi, yemek pişirme amacıyla kullanmaya başladığı söyleniyor. Ama ancak 70.000 yıl önce ateşi kontrollü kullanarak, karanlık mağaraların duvarlarına oyma veya boyama yaparken ateşin yaydığı ışıktan faydalanmışlar. Tarih boyunca ateşin sıcaklık veren aydınlığının, doğaüstü bir icat, sihirli bir yetenek ve hatta Prometheus gibi mitolojik bir tanrının kontrolünde bir güç olduğuna inanılmış.

İnsanlar ateş üzerinde hayvan yağının tutuştuğunu fark edince, haznesini taştan ve balçıktan yaptıkları, içinde hayvan yağları yakılan, yine hayvan kılından veya kara yosunundan yapılmış fitillerin eklendiği, kandil şeklindeki ilk yağ lambalarını icat etti. Lamba haznesi olarak deniz kabukları ve boynuz gibi çok çeşitli şeyler de kullanılmıştır. Arkeolojik çalışmalar ülkemiz coğrafyasında zeytin, susam ve balık yağlarının da yakıt olarak kullanıldığını gösteriyor. Muz yağı olarak adlandırılan amilasetat da yakıt olarak denenmiştir.

Çok iyi bildiğimiz mumun ilk defa ne zaman ortaya çıktığı net olarak bilinmiyor. Ancak 1. yüzyıldan itibaren çok farklı malzemelerin mum yapımında denendiğine dair bulgular var. Fransa'da donyağı da diyebileceğimiz hayvansal stearik asit ve bitkisel gliserin yağlarından oluşan katı kıvamlı beyaz bir karışımdan, Almanya'da da parafin ve gazyağından ilk mumlar yapıldı. İngiltere'de ise balina sperminin dondurulmasıyla elde edilen ispermeçetten, daha parlak ışık veren ve daha kokusuz mumlar yapılmıştır. Ayrıca balmumu kullanılarak dayanıklı ve güzel kokulu ancak daha pahalı mum-

lar da üretilmiştir. Mum taşınması kolay ve ucuz bir aydınlatma aygıtı olmasına karşın rüzgârdan ve hava koşullarından etkilendiği için açık havada kullanılamıyordu.

MÖ 2000'li yıllarda kum, soda ve kayatuzunun sıcakta işlenmesi ile cam işçiliği başladı ve bu alandaki gelişmeler lamba tasarımında bir çığır açtı. 18. yüzyıla kadar cam veya metal hazneli, son dönemde petrol türevi yakıtlı ancak temelde hep aynı prensiple çalışan lambalar ve kandiller yaygın olarak kullanılmıştır. Bunların genel sorunu, çok yoğun koku yaymalarının ötesinde, iyi kalitede renkli görmeyi zorlaştıran turuncu renkte bir ışık vermeleri ve çıkan karbondioksitin ve nemli isin zamanla bacada birikerek ışık çıktısını azaltması idi. Ülkemizde de eskiden geceleri içlerinde yağ kandilleri bulunan fenerler elde taşınır, varlıklı kişiler bunlarla evlerinin önünü kendileri aydınlatırmış. IV. Murat döneminde yatısı namazından sonra elde fenersiz dolaşmanın yasaklandığı bilinmektedir. Mimar Sinan'ın yaptığı Selimiye Camisi uzun süre gazyağı lambaları ile aydınlatılmış, hatta 1692 yılında lamba yakılması işlemleri sırasında düşen bir yıldırım beş çalışanın ölümüne neden olmuştur.

Yağ lambalarının ışığı sürekli dalgalanıyor, ama mumlara göre daha fazla ışık veriyordu. Alev tabanlı ışık kaynaklarının aydınlatması, lamba içinde kullanılan yanıcının içeriği, yakıcının tipi ve şekli, yakıcıyı çevreleyen hava ve baca geometrisi gibi etkenlerle değişiyordu. Düşük kaliteli ancak pratik ve uzun süreli kullanılabilen bu ışık kaynakları, evlerde mumlar ile birlikte kullanılmıştır. Almanya'da gerçekleştirilen Hefner lambası, alev standardı lambası olarak 1948 yılına kadar bilimsel ölçümlerde kullanılmıştır.





18. yüzyıl sonlarında, sanayileşen birçok ülkede eldeki ışık kaynaklarının parlaklığı ve aydınlatıcılarda kullanılan yakıcıların verimliliği tartışılırken, gaz şirketlerinin baskısı altında gaz lambalarının kullanımını yaygınlaştı. Bu tip lambaların parlaklığı kontrol edilebiliyor, depolama kapasitesine göre uzun süreli çalıştırılabilirler, üstelik daha az bakım gerektiriyorlardı. Gaz lambaları sayesinde akşamları da çalışmak mümkün olmuştu. Ancak o dönemde birçok tiyatro ve gösteri salonunun yanarak kül olmasının nedeninin de gaz lambaları olması dikkat çekicidir. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun (CIE) kurulması da 1900 Paris Uluslararası Gaz Kongresi'nde olmuştur.

Ülkemizde ilk kez 1856 yılında Dolmabahçe Sarayı'nın içinde bir gazhane kurularak saray aydınlatılmasında buradan yararlanılmış, elde edilen gaz fazlası ile Sultan Abdülmecid döneminde Beyoğlu bölgesi de aydınlatılmıştır. İstanbul'da zamanla Kuzguncuk, Yedikule, Hasanpaşa gazhaneleri kurularak bu uygulama genişletilmiştir. Sultan II. Abdülhamit'in elektriğin tehlikelerinden çekinmesi, elektrik enerjisinin yerleşmesini biraz geciktirmiştir. 1913 yılında İstanbul Silaharağada ilk elektrik santralinin kurulması ve 1920'lerden sonra yaygın olarak elektrik kullanılmaya başlanmasıyla birlikte aydınlatmada havagazı kullanımı önemini yitirmeye başlamıştır.



Elektrikle çalışan ilk lambalar (sağda Edison'un lambası)

Günümüzde de kullanılan modern aydınlatma aygıtlarına geçiş, elektrik ve fiziksel optik alanındaki gelişmelerin ardından, uzun insanlık tarihine kıyasla çok kısa bir süre önce başladı denilebilir. Karbon filamanlı ark lambasının ışık verebileceği Sir Humphrey Davy tara-

fından 1809'da Londra'da gösterildi. Ancak bunlar dinamoyla ya da pille çalıştırılıyordu. 1877'de elektrik jeneratörlerinin icadıyla gerçek anlamda elektrik lambalarına geçildi. Sayısı bini geçen patent ve buluşa imza atmış olan Edison'un, bilinenin aksine elektrik filamanlı lambayı ilk icat eden kişi değil ticarileşmesini sağlayan kişi olduğu söylenebilir. Gerçekten de, o tarihlerin 10 yıl kadar öncesinde, Kanada'da ve İngiltere'de ark lambaları alanında bilimsel çalışmalar yapıldığına dair kayıtlara rastlıyoruz. Akkor lambada ışık veren madde olarak bambu, platin, karbon denenmiş, sonra daha dayanıklı olan tungstene geçilmiştir. İlk akkor lambalar, içlerindeki filaman çalıştırıldıkça hızla eskidiği için, en fazla 1 günlük bir çalışma ömrüne sahipti. Cam ampuller vakumlanarak, kararlı gazların da eklenmesi ile performansları artırıldı ve akkor lambaların ömrü 1 yıla çıkarıldı. Günümüzde, o dönemden kalma hâlâ çalışır halde el yapımı akkor lambaların olması şaşırtıcıdır. Örneğin Livermore'daki (Kaliforniya, ABD) bir itfaiye merkezinde bulunan 4 W'lık bir karbon lamba tam yüz on yıldır kesintisiz yanmaktadır.



ışık oluşturması prensibine dayanmaktadır. Etkinlik faktörü 70 lm/W'a varan flüoresan lambalar uzun ömürleriyle iç aydınlatmada 20. yüzyıla damgalarını vurmuştur. İnce T5 flüoresanlar yüksek verimlilikleri ve ince tasarımları ile bu alanın ön plana çıkan ürünleri olmuştur. Kompakt flüoresan lambalar kıvrık tasarımları, kendinden balastlı ve E27 duyu tabanlı olmaları sayesinde enerji tasarrufu seçeneği sağlamıştır. Flüoresan lambala-



Edison'un Menlo Park Laboratuvarı

Flüoresan lambanın ışması, ilk kez 1937 yılında NewYork Dünya Fuarı'nda gösterildi. Flüoresan lambanın çalışması, temelde bir ark lambasında alçak basınçlı cıva buharının deşarji ile oluşturulan morötesi ışınımın, flüoresan etkili fosforik yüzeye temas ederek görülür

rın iç aydınlatma için tasarlandığını, düşük ve yüksek ortam sıcaklıklarında daha az ışık verebildiklerini belirtmek gerekir. Günümüzdeki aydınlatma üreticilerinin çoğu, küreselleşen ekonomi politikalarıyla, lamba üretiminin büyük bölümünü Uzak Doğu'da gerçekleştirmektedir.

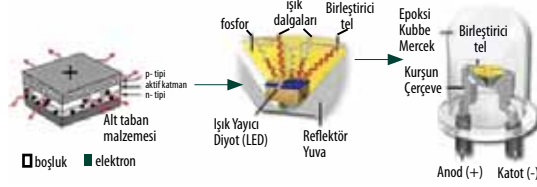
Flüoresan lambalar içerdikleri 3-4 mg ağırlığında ki cıva nedeniyle, doğrudan çöpe atıldıklarında çevreye zarar verirler. Mevcut durumda ülkemizde kişi başına yılda ortalama iki flüoresan lamba tüketiyor olsak, bu yılda yaklaşık yarım ton cıvaya karşılık gelir, ki bu da çevre kirliliği açısından küçümsenemeyecek bir rakamdır.

Aydınlatmada akkor lamba ve flüoresan kullanımının yaygınlaşması, kullanılan ışık kaynağı kadar reflektörlerin optiksel yerleşimi, mekanik duymalzemelerini, elektriksel balast ve besleme devrelerini de ön plana çıkarmıştır. Böylece aydınlatma sırf uygulamanın ötesinde, bir "mühendislik tasarımı" haline de gelmiştir. Bu bağlamda, özellikle yol aydınlatmasında sodyum lambaların, dış aydınlatmada yüksek güçlü metal halide lambaların yoğun kullanımının etkisine de dikkat çekmek gereklidir.

Ülkemizde birkaç yıl içerisinde akkor lambaların piyasadan kalkacağını söyleyebiliriz, çünkü 2009 yılı itibarıyla Avrupa Birliği'nde 100 W üstü akkor lambaların kullanımı yasaklandı, 2012 yılından sonra da akkor lambaların üretimi durdurulacak. Teknik olarak, akkor lambaların verimlilik ve lümen/Watt cinsinden etkinlik değerleri çok düşük. Yani bu tür lambalar enerjisinin çoğunu görülür ışık yerine çevreye kızılötesi bölgede ısı olarak yayıyor. Bu noktada, verimliliği neredeyse flüoresan lambalara yetişen yeni nesil LED'leri tercih edeceğiz gibi görünüyor. Belki bu şekilde, toplam elektrik enerjisi sarfiyatının beşte birini oluşturan aydınlatma harcamalarımızda tasarruf sağlayabileceğiz.

LED'ler, yani Işık Yayıcı Diyot'lar günümüzün en popüler ışık kaynakları. İlk LED, 1907'de icat edilmiş, ancak 1960'lı yıllarda kızılötesi LED'lerle ticari olarak pazara çıkarılmış. Ticari beyaz LED'leri ise çok yeni bir tarihte, ancak 1996'da görmeye başladık. Bugün ise trafik lambaları, reklam panoları, cep telefonları, televizyonlar dahil gösterge piyasasının zirvesini LED'ler zorluyor.

Yapıları itibarıyla, bir LED'in merkezinde çip şeklinde, yarıiletken bir diyot bulunur. Bu diyot, fazlaca elektron içeren n-tipi malzeme ile p-tipi zıt katkılı yarı iletkenler arasındaki aktif katmandan oluşur. Bir reflektör yuva içerisine konulan diyot, maksimum ışık çıkışı için mercek biçimli epoksi ile kaplanır. Gerilim uygulanması ve elektronların ve boşlukların aktif katmanda karşılaşip birleşmeleri sonucu, yarıiletkenin enerji yapısındaki dalgaboylarında, yani renklerde, ışık çıkışı sağlanır. LED'lerde beyaz renk farklı uygulamalarla elde edilmekle birlikte, genelde mavi ışığın yolu üzerine fosfor konulmasıyla elde edilir. Günümüzde 1 W'tan 3 W'lık



LED'in iç yapısı

LED'lere geçiş başarıyla sağlanmıştır. LED'lerin güçleri arttıkça ısındığı ve özel soğutma teknikleri gerektirdikleri biliniyor. Ayrıca LED'lerin büyüklükleri, çalışma ve aydınlatma şekilleri mevcut armatürlerinkinden tamamen farklı olduğundan, özel fotometrik ölçüm, yöntem ve ekipmanlar gerektiriyor. Ancak LED'lerin küçük ve uzun ömürlü olmaları, enerji verimlilikleri, hızları ve ışık şiddetlerinin kolayca ayarlanabilmesi gibi özellikleri, onlara henüz vaz geçilemeyen avantajlar sağlamış durumda.

Gelecekte aydınlatmada yenilikler ne yönde olacak sorusunun cevabı için ise, başımızı kaldırıp gökyüzüne bakmamız yeterli: En büyük ve en saf ışık kaynağımız Güneş yukarıda, ışığını alıp daha verimli depolamamızı bekliyor. Dünyada Güneş'in yaydığı 6500 Kelvin renk sıcaklığındaki ışımının sadece iki milyarda birini alabiliyoruz. Ülkemiz, İspanya'dan sonra, konumu itibarıyla Avrupa ülkeleri arasında rekor seviyede güneş ışığı alıyor. Şimdi bilimsel çalışmalar kuantum verimliliği artırılmış güneş hücrelerinin yapımına odaklanmışken, endüstri de çevreye zarar vermeden bunların üretim maliyetlerini düşürmenin yollarını arıyor. İleride dekoratif de olsa, eski ışık kaynaklarından sadece mumları evlerimizde kullanıyor olacağız, ama çok değil 10-20 yıl içinde güneş ışığı ve enerjisi tüm evlere girmiş olacak.

#### Kaynaklar

Aydın, Ş., Şerephanoglu Sözen, M., "Işık Kaynaklarının Tarihsel Gelişim Süreci ve Etkin Enerji Kullanımı", V. Ulusal Aydınlatma Kongresi, s.249-256, İstanbul, 2004.  
Mazak, M., "Türkiyede Modern Aydınlatmanın Başlangıcı ve Aydınlatma Tarihimize Genel Bir Bakış", IV. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, s.16-27, İzmir, 2007.  
Türkoğlu, A. K., Erkin, E., "LED'lerin Bugünü ve Yarını", *Professional Lighting Design-Türkiye*, Sayı 34, 2011.

Bazkur, Ö., Türkoğlu A. K., "Işığın Metrolojik Ölçümü", *Bilim ve Teknik*, s.74-79, Nisan 2010.  
<http://www.mts.net/~william5/history/hol.htm>  
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electronic/leds.html#c2>  
<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/leds/basicoperation/index.html>



Yusuf Çalkın 1996'da ODTÜ Fizik Bölümü'nden lisans derecesiyle mezun oldu. 1997'den beri TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü'nde çalışmakta, 2003 yılından itibaren Optik Laboratuvarı Fotometri Bölümü'nde uzman olarak görev yapmaktadır. Fotometri alanında standart test, ölçüm ve kalibrasyonlar üzerine çalışmalar yürütmektedir.



A. Kamuran Türkoğlu 1991'de Hacettepe Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden lisans, 1994'te Bilkent Üniversitesi Fizik Bölümü'nden yüksek lisans derecesiyle mezun oldu. 1995'ten beri TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Optik Grubu Laboratuvarları'nda çalışıyor ve laboratuvar sorumlusu olarak görev yapıyor. Aydınlatma, fotometri ve radyometri alanlarında test, ölçüm yöntem ve sistemleri üzerine çalışıyor.