

## LED VE YARARLI AKI

Bu yazının konusu, güç LED'lerinin, özellikle **dış aydınlatmada** kullanılmalarında, yararlı akı oranına etkileri ile ilgilidir. Dış aydınlatma dendiğinde, neyin anlaşılması gerektiğini, en başta kısaca açıklamakta yarar olacaktır: Konu, türlü renkli LED'ler ile yapı yüzlerini süslemek, yani bir süslemecilik eylemi değil, yol, meydan, yapı yüzü, anıt, tenis kordu, ağaç kümesi ve benzeri dış aydınlatma konularında, CIE'nin Uluslararası Aydınlatma sözlüğünün "Aydınlatma" terimi karşısında verdiği tanıma uygun bir aydınlatma yapmaktır.

Aydınlatma tekniğinde "yararlı düzlem" ve "yararlı akı" kavramları vardır. **Yararlı düzlem**, aydınlatılması gereken düzlem parçasıdır. Bu deyim düzlem olmayan yüzeyleri de içermekte ve belli sınırların içini anlatmaktadır. Örneğin, bir yapının yüzü, bir panonun yüzeyi, bir oyun alanı, ya da herhangi bir yüzey ve kimi zaman, ona ek olarak yakın ve sınırlı çevresi gibi.

**Yararlı akı** ise, bir aydınlatma düzeninde, lambalardan, ya da ışıklıklardan (*aydınlatma armatürlerinden*) çıkan toplam ışık akısının, yararlı düzleme düşen bölümüdür. Yararlı düzlemin dışına giden ışık akısı, özellikle dış aydınlatmada, tümüyle kaybolmuş, boşa gitmiş, olur, enerjisinin o bölümü boşuna harcanmış olur.

Bu boşuna harcama yalnızca bir enerji kaybı da değildir; yararlı düzlem dışına çıkan ışık akısı, kimi durumlarda atmosferde ışık kirliliğine, kimi yerlerde de istenmeyen, ve rahatsız edici aydınlıklara neden olur ve böylece kaybolan enerji aynı zamanda zararlı da olur.

Yararlı akının, lambalardan, ışıklıklardan çıkan tüm ışık akısına oranına **yararlı akı oranı** denir. Yani, örneğin bir dış aydınlatma için üretilen toplam ışık akısı 1000 lm ise ve bunun ancak 600 lümeni yararlı düzleme düşüyorsa, yararlı akı oranı %60, boşa giden akı oranı %40'dır.

Bir ışıklıktan çıkan ışık akısının, o akıyı elde etmek için harcanan enerjiye oranı, o ışıklığın içindeki lambanın ışık veriminin, ışıklık geriverimi ile çarpımına eşittir. Yararlı akı oranı ise yararlı akının, ışıklıktan (*ya da ışıklıklardan*) çıkan toplam ışık akısına oranıdır. Bu nedenle, yararlı düzlem üzerinde elde edilen aydınlık düzeyi yalnızca lamba verimi ve ışıklık geriverimi ile değil, bir de yararlı akı oranı ile ilgilidir. Yani, belli bir **yararlı aydınlığın** (*yararlı düzlem üzerindeki aydınlığın*) elde edilmesi için harcanan enerjinin en aza indirilmesi, yalnızca yüksek verimli lambalar ve geriverimi yüksek ışıklıklarla elde edilemez. Bunlara ek olarak, bir de yararlı akı oranının yüksek olması gerekir.

Akkor lambalar, boşalmalı lambalar ve flüoresan lambalar, ürettikleri ışık akısını hemen hemen tüm doğrultulara yollarlar. Bu ışık akısını yararlı düzleme doğru yöneltmek için yansıtıcılar kullanılır. Bu yansıtıcılar iyi tasarlanmışlarsa, aldıkları ışık akısını yüzde 10~15 yansıtma kaybı ile yararlı düzleme doğru yollarlar. Fakat, genelde parabolit, elipsoit, kırık düzlemler ya da bunların kombinasyonlarından oluşan bu yansıtıcıların, yansıtıkları ışık akısının tümünü, dikdörtgen ya da herhangi geometrik bir biçimi olan yararlı düzlemin sınırları içine toplamaları düşünülemez. Yani, iyi tasarlanmış yansıtıcılarda bile, yüzde 10~15 yansıtma kaybı dışında, bir de yararlı düzlem dışına taşan ışık akısı kaybı söz konusudur.

Dış aydınlatmada kullanılan yansıtıcılar, lambadan çıkan ışık akısının yaklaşık yüzde 50-60'ını denetleyebilirler. Yani lambadan çıkan ışık akısının ancak bu kadarı yansıtıcı yüzeyine düşer ve yansır. Geri kalan ışık akısı, lambadan hangi doğrultuda çıkıyorsa o doğrultuya gider ve genellikle, bunun, yararlı düzleme rastlayan ufak bir bölümü dışında kalanı, istenmeyen doğrultularda kayıp ve zararlı olur. Yansıtıcıdan yansıyan ışık akısındaki iki türlü kaybın, ve lambadan çıkıp yansıtıcı sınırları (*etekleri*) dışına giden denetimsiz ışık akısındaki kaybın toplamı, **toplam ışık akısı kaybını** verir. Bundan anlaşılacağı gibi, akkor, flüoresan, ve boşalmalı lambalar ve yansıtıcı ışıklıklar ile yararlı akı oranı belli sınırların üstüne yükseltilemez. Bunun böyle olduğu ve bu kaybın hiç te küçümsenemeyeceği bugünkü uygulamalara bakıldığında açıkça görülür.

Dış aydınlatmada LED kullanımı, yararlı düzlem dışına giden ışık akısının, dolayısı ile boşa giden enerjinin azaltılmasında yararlı olabilir. Aşağıda bu konu irdelenecektir.

Belli bir yararlı düzleme göre tasarlanmış, geometrisi ona göre oluşturulmuş bir yüzeyde yer alacak LED'lerden çıkan ışık akısı, istenen doğrultulara gidecektir. Ve eğer değişik tepe açılarına göre seçilen bir LED kombinasyonu bu yüzeyde uygun bir biçimde konumlandırılırsa, bu LED topluluğundan çıkan toplam ışık akısının, çok büyük bir bölümünün, yararlı düzleme düşmesi sağlanabilir ve böylece yararlı akı oranı da çok büyük değerlere ulaşabilir.

Doğaldır ki böyle bir sonucun elde edilmesi, yararlı düzlemin doğru tanımlanması, LED'lerin konumlandırılacağı, yüzeyin biçiminin iyi hesaplanması, ve LED kombinasyonuna ve bunların konumuna doğru karar verilmesine bağlıdır. Bu da, herhangi bir yüzeye bir takım LED'lerin gelişigüzel konumlandırılması yerine, LED'li herhangi bir ışıklığı oluşturmadan önce, ciddi hesap ve tasarımları gerektirir.

Elde edilen aydınlık düzeyinin, harcanan enerjiye oranının, lamba verimi, ışıklık geriverimi, ve yararlı akı oranı gibi üç ayrı oranın çarpımı ile elde edileceği, yukarıda açıklanmıştı. LED kullanımında, ışıklık geriverimi ile ilgili ışık akısı kaybı ortadan kalkmakta, yani bu oran 1 olmaktadır. Yani LED'li ışıklıklarda, elde edilen aydınlığın, harcanan enerjiye oranı, üç oranın çarpımına değil, yalnızca, iki oranın, yani LED'lerin verimi ile yararlı akı oranının çarpımına indirgenmiş olmaktadır. Böyle olunca da LED ve lamba verimlerinin karşılaştırılması ile her iki seçenekte yararlı akı oranlarının karşılaştırılması ve her iki karşılaştırmada elde edilen kazanç ve kayıpların ölçüştürülmesi kesin bir sonuca ulaşılmasını sağlayabilecektir. Bu yapılırken, lambalar yansıtıcısız kullanılmayacağı için, lamba verimlerini yansıtıcı geriverimleri ile çarpmak, LED verimlerini de ışıklığa takılacakları durumda almak gerekir.

Değişik tip lamba verim oranları en küçükten en büyüğe, yaklaşık olarak şöyledir.

akkor lambalar	:	10 lm/W ~ ~ ~ 17 lm/W
kompakt flüoresan lambalar	:	33 lm/W ~ ~ ~ 77 lm/W
çubuk flüoresan lambalar	:	50 lm/W ~ ~ ~ 90 lm/W
metalik halojenürlü lambalar	:	70 lm/W ~ ~ ~ 90 lm/W
yüksek basınçlı sodyum lambalar	:	90 lm/W ~ ~ ~ 150 lm/W
alçak basınçlı sodyum lambalar	:	100 lm/W ~ ~ ~ 170 lm/W

Sodyum lambalarında 150 lm/W, 170 lm/W gibi çok yüksek verimlerin belli durumlarda kullanılan çok güçlü (600~1000W) lambalara ait olduğunu anımsamak gerekir. Doğru bir yaklaşım, LED verimleri ile karşılaştırılması mantıklı olacak lambaların verimlerini dikkate almaktır. Doğaldır ki bu karşılaştırmada, yukarıda açıklandığı gibi, lamba verimlerini, yansıtıcı yansıtma çarpanı ile çarparken, ülkemizde, bu amaçla kullanılan malzemenin özelliklerini ve yansıtıcı üretimine gösterilen özeni de dikkate almak gerekir.

LED verimleri konusunda ise lm/W cinsinden verilmiş ayrıntılı bilgiler pek yaygın değildir. Böyle olmakla birlikte, LED verimlerinin günümüzde 60~100 lm/W olduğu söylenebilir.

Lamba verimlerinde son yıllarda önemli bir artış olduğu söylenemez. Aynı zaman diliminde LED'ler önemli oranda gelişmiş ve verimleri de artmıştır. Yani, bir bakıma lambaların gelişmeleri çok yavaşlamışken, LED'lerin hızla gelişmekte olduğu söylenebilir.

## SONUÇ

Yukarıdaki açıklamalar bir bütün olarak düşünüldüğünde, LED'li dış aydınlatma ışıklıklarının, çok yakın bir gelecekte, bir çok alanda, lambalı ve yansıtıcı ışıklıkların yerini alacağı söylenebilir. Ancak bunun için, lambalı ışıklıklardaki yansıtıcı etüdüne benzer bir biçimde, LED'li ışıklıklarda da gerekli etütlerin yapılmasının ön koşul olduğu unutulmamalıdır.

Prof. Şazi SİREL

MART 2009