


LED IŞIK KAYNAKLARI

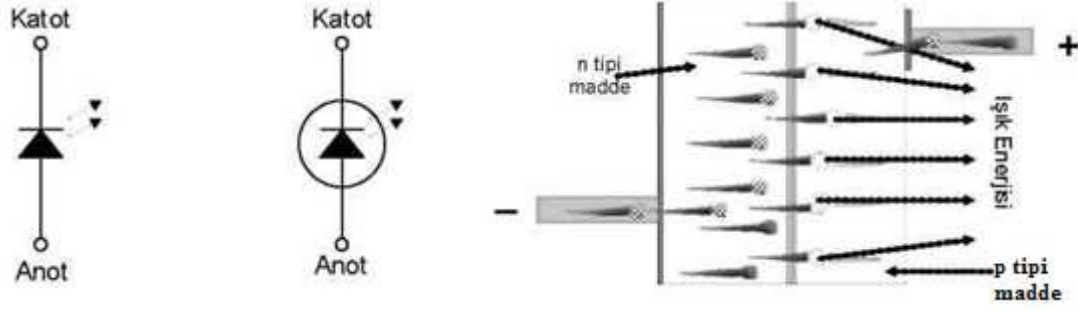
LED Light Emitting Diode –Işık yayan diyot- yarı-iletken bir ışık kaynağıdır. Gerilim uygulanarak elektronları harekete geçirilen LED ışın yaymaya başlar. Bu etki “elektroluminans” ya da “elektroişinım” olarak adlandırılır. Elektroışinım olayı 1907 yılında İngiliz araştırmacı H.J. Round tarafından keşfedilmiştir. Günümüz LED’lerinin atası sayılan ilk LED ise 1962 de General Electric Firmasında çalışan Nick Holonyak Jr. tarafından yapıldı. İlk ticari amaçlı LED’ler sadece düşük yoğunluklu kırmızı renkli bir ışık kaynağı olarak akkor ve neon gösterge lambalarının yerine kullanılmaya başlandı. Önce laboratuvar ve test ekipmanı gibi pahalı cihazlarda daha sonra TV, radyo, hesap makinesi gibi görsel alanlarda kullanıldı. LED’lerin ışık çıkış değeri malzeme teknolojisindeki gelişmeye bağlı olarak gelişti. Yüksek güçlü beyaz ışıklı LED’in araştırılması ve geliştirilmesi LED’lerin aydınlatma alanında da kullanılmasını mümkün kıldı. Günümüzdeki LED’ler morötesi ve kızılötesi dalga boyları arasında kalan görülebilir bölge boyunca uzanan yüksek parlıtlı renklerde olabilmektedir. Işığın rengini belirleyen ise kullanılan kimyasalların bileşimidir.

Light-emitting diode	
	
TİP	Optoelektronik
Çalışma Prensibi	Elektroişinım
Mucidi	Nick Holonyak Jr. (1962)
Uç düzenlenişi	Anot ve Katot

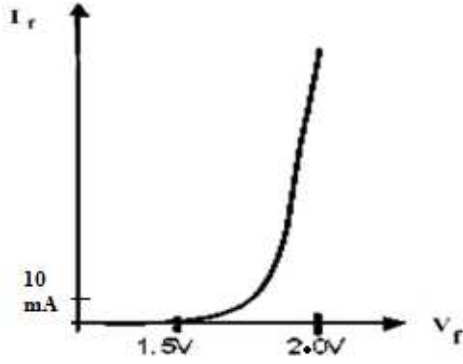
Şekil 1: Kırmızı, yeşil ve mavi 5mm standart tip LED’ler

LED’ler ortalama olarak 10 mA ve 1.5 V değerinden itibaren iletme geçerek ışık yaymaya başlarlar (bkz şekil 3.)

Işık yayan diyotların yayım gücü zamanla orantılı olarak düşer. Yayım gücü normal gücün yarısına düştüğünde diyot ekonomik olarak ömrünü tamamlamış demektir. Bir LED in ortalama ömrü 100.000 saattir.

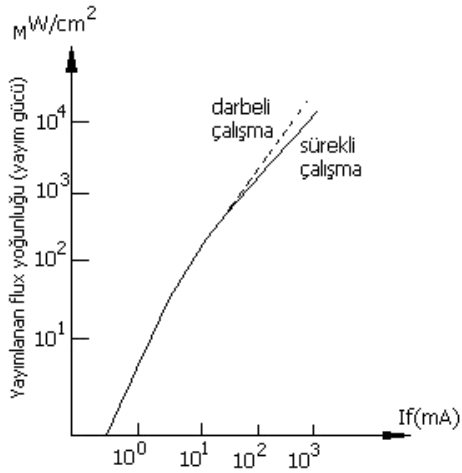


Şekil 2: LED sembolleri ışık enerjisinin oluşması



Şekil 3: Akım-gerilim karakteristiği

LED'in yaydığı ışık şiddeti içinden geçen akım ile doğru orantılı olarak artar. Ancak bu artış akımın belli bir değerine kadar doğrusaldır, daha sonra bükülür (bkz şekil 4). Eğer diyota verilen akım eşik değeri adı verilen doğrusallığın bozulduğu noktayı aşarsa, diyot aşırı ısınarak bozulur.



Şekil 4: Akım- ışık şiddeti karakteristiği

LED'lerin üzerinden akan akım sabit olmasına rağmen diyotların karakteristik özelliklerinden dolayı artan ortam sıcaklığı ile etkinlik faktörleri düşer. Bu düşüş LED'lerin yapıldığı malzeme türüne göre her bir derece için %0.3 ila %0.7 arasında değişiklik gösterebilmektedir.

LED'ler akkor telli lambalara göre düşük enerji tüketimi, daha uzun ömür, sağlamlık, daha küçük boyutlar, hızlı anahtarlama, daha yüksek dayanıklılık ve güvenilirlik gibi avantajlara sahiptir. Aynı ışık çıkışını veren kompakt flüoresan lambaya göre ise daha kararlı akım ve ısı yönetimine ihtiyaç duyar.

LED'ler havacılık ve otomotiv aydınlatmacılığında da özellikle fren lambaları, göstergeler ve tabii ki trafik işaretlerinde kullanılır. Kızılötesi LED'ler TV, DVD oynatıcı ve diğer ev elektronikleri gibi ticari ürünlerde uzaktan kumanda birimlerinde kullanılmaktadır.

Uygulama ve Seçenekler

LED teknolojisindeki hızlı gelişmelerle birlikte Flux LED, süper Flux LED, Power LED gibi adlarda satılan onlarca lümen ışık akısı üretebilen LED'ler ile homojen bir aydınlatma mümkün olmaktadır. 5mm çaplı standart LED'ler de dekoratif amaçlı olarak kullanılmaktadır.

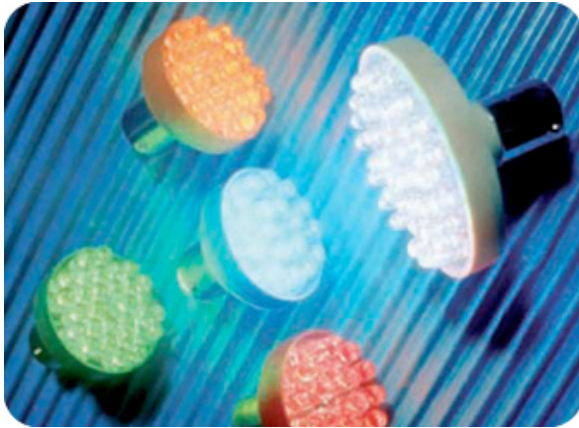


Şekil 5: Flux LED



Şekil 6: Power LED

Çok sayıda LED'in belirli bir düzende yerleştirilmesiyle elde edilen yüksek çıkış akısı sayesinde LED lambalar sokak aydınlatmasında içi ve dış aydınlatmada, farklı renk seçenekleri nedeniyle de dekoratif ve dikkati çeken aydınlatma alanlarında giderek artan bir yaygınlıkta kullanılmaktadır.



Şekil 7: LED lambalar



Şekil 8: Şerit LED'ler



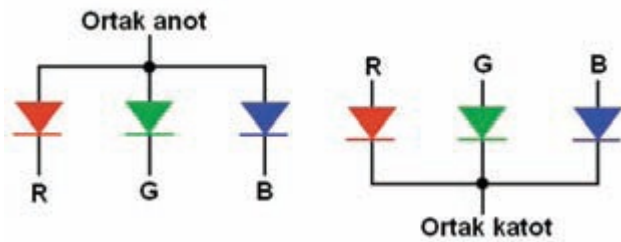
Şekil 9: Sokak aydınlatmasında kullanılan LED lambalar

Çakan (flashing) LED'ler standart LED'lerdir. Ancak saniyede bir yanıp sönmesini sağlayan multivibratör devresi ile birlikte düzenlendiklerinden çakan LED'ler olarak adlandırılırlar. Genellikle tek renk olmalarına karşın iki renkte çakan ya da RGB renk karışımı ile düzenlenmiş tipleri de vardır.

İki renkli (Bi-color) LED'ler bir durum için iki farklı LED kullanılarak yapılır. Aynı kaynaktan beslenen iki paralel bağlantı vardır. Akım bir hattan akarken bir renk, diğer hattan akarken diğer renk yayılır. İki renk uygun bir frekansta yayılacak olursa üçüncü bir renk ortaya çıkar. Örneğin r yeşil/kırmızı iki LED uygun bir frekans düzenlemesiyle sarı rengi ortaya çıkarır.

Üç renkli LED'ler yine iki LED grubundan oluşur. Ancak bu defa LED'ler aynı anda ayrı ayrı kontrol etmeyi sağlayan iki hat üzerinden beslenir.

RGB LED'ler çok farklı renklerin elde edilebildiği LED'lerdir. Işığın rengini değiştirmek için kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) renkli LED'lerin birlikte kullanıldığını 3 ana rengin diğer ara renklerin elde edilmesinde de kullanıldığını söylemiştik. Diğer yöntem ise tek bir kılıf içerisinde 3 adet LED çipi barındıran RGB LED kullanmaktır. 3 adet LED içeren RGB LED'lerin 4 adet bacağı vardır. LED'lerin bağlantı şekli ortak anot ve ya ortak katotlu olabilir. Şekil 10 'da bu bağlantı şekli görülmektedir. 3 ana rengin karışımı ile ara renklerin nasıl elde edildiği prensip olarak Şekil 11 'de görülmektedir.



Şekil 10 : RGB LED'in iç yapısı



Şekil 11: 3 ana renkte LED ile ara renklerin elde edilmesi

LED sokak lambaları daha çok park alanlarında ve direklerde kullanılmaya uygundur. Bunun yanında LED'ler havaalanlarında helikopter pistlerinin aydınlatılmasında kullanılır. Havaalanlarında yer bulan uygulamalar orta yoğunluklu yürüyüş yollarının, ana hat ve taksi parkı alanlarının aydınlatılması ve kılavuz aydınlatılması ile bekleme salonlarının aydınlatılmasıdır.

LED'ler ısı çıkışının az olması nedeniyle su sıcaklığının aynı tutulması zorunluluğu olan büyük akvaryum aydınlatmalarında da başarıyla kullanılmaktadır. LED tabanlı akvaryum tesisatı bakım kolaylığı ve akvaryumdaki balık ve bitki örtüsü için gerekli renk spektrumunun sağlanması açısından da avantajlıdır. Bu tesisat elektronik olarak simule edilerek gündüz ve ay ışığı benzeri durumlar gerçekleştirilebilir. LED tesisatı benzer etkiler için kurulacak loşlaştırılabilir flüoresan ya da yüksek basınçlı deşarj lambalı tesisata göre 5 kez daha pahalı olacaktır.

IR ısı çıkışındaki azalma LED'leri sahne aydınlatması için ideal hale getirir. RGB LED'lerde renk kolaylıkla değiştirilebilir. LED'ler düşük güçlere ihtiyaç duyduklarından flaş ışıkları gibi kullanımlar için çok uygundur. Dekoratif aydınlatma için de kullanışlıdır. İç ve dış dekor aydınlatma işlerinde, tiyatro ve oditoryum aydınlatmasında kargo hatları, gemiler ve otomobillerde kullanılırlar.

Mimarinin sürekliliği için aydınlatmanın verimli olması gerekir. Bir adet 13 W LED lamba 450-600 lm arası ışık yayar. Standart bir akkor telli lamba da bu değeri verir. Aynı akkor telli lamba 1000 saat ömre sahipken bir LED, akkor telli lambadan 50 kez daha uzun bir zaman 50.000 saat çalışabilir.

Konuya çevrenin korunumu açısından bakarsak;1 kW/h elektrik üretimi için atmosfere salınan CO₂ miktarı 610 gr dır. Gün içinde 40 W ılık bir lambanın 10 saat çalıştığını varsayarsak yıllık CO₂ salınımı 89 kg olur. Aynı sürede çalışmaya karşılık düşecek şekilde çalışan 13 W bir LED'in atmosfere salınımı 29 kg dır. Bir binada akkor teli lambanın LED'lerle değiştirilmesiyle aydınlatmadan kazanılan karbon salınımındaki azalma miktarı %68'dir. Bunun yanında klimaların ışık kaynaklarından kaynaklanan ısı yükünü atmak amacıyla yapacakları çalışmadan sağlanan tasarrufta vardır.

Renkler ve Malzemeler

LED'ler çeşitli inorganik yarıiletken malzemelerden yapılırlar. Aşağıdaki tabloda piyasada bulunabilen renkler için dalga uzunluğu aralığı, gerilim düşümü değeri ve malzeme bilgileri verilmektedir.

Color	Dalgaboyu (nm)	Gerilim (V)	Yarıiletken Malzeme
	Kızılötesi	$\lambda > 760$	$\Delta V < 1.9$ Gallium arsenide (GaAs) Aluminium gallium arsenide (AlGaAs)
	Kırmızı	$610 < \lambda < 760$	$1.63 < \Delta V < 2.03$ Aluminium gallium arsenide (AlGaAs) Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Gallium(III) phosphide (GaP)
	Oranj	$590 < \lambda < 610$	$2.03 < \Delta V < 2.10$ Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Gallium(III) phosphide (GaP)
	Sarı	$570 < \lambda < 590$	$2.10 < \Delta V < 2.18$ Gallium arsenide phosphide (GaAsP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Gallium(III) phosphide (GaP)
	Yeşil	$500 < \lambda < 570$	$1.9^{[47]} < \Delta V < 4.0$ Indium gallium nitride (InGaN) / Gallium(III) nitride (GaN) Gallium(III) phosphide (GaP) Aluminium gallium indium phosphide (AlGaInP) Aluminium gallium phosphide (AlGaP)
	Mavi	$450 < \lambda < 500$	$2.48 < \Delta V < 3.7$ Zinc selenide (ZnSe) Indium gallium nitride (InGaN) Silicon carbide (SiC) as substrate Silicon (Si) as substrate — (under development)
	Menekşe	$400 < \lambda < 450$	$2.76 < \Delta V < 4.0$ Indium gallium nitride (InGaN)
	Mor	Çoklu tipler	$2.48 < \Delta V < 3.7$ İKİLİ mavi/kırmızı LEDler, mavi ile kırmızı fosfor, yada beyaz ile mor plastik
	Mor ötesi	$\lambda < 400$	$3.1 < \Delta V < 4.4$ Diamond (235 nm)^[48] Boron nitride (215 nm)^{[49][50]} Aluminium nitride (AlN) (210 nm)^[51] Aluminium gallium nitride (AlGAN) Aluminium gallium indium nitride (AlGaInN) — (down to 210 nm)^[52]
	Beyaz	Broad spectrum	$\Delta V = 3.5$ Mavi/UV diyot ile sarı fosfor

Avantajları

Verimlilik: LED'ler akkor telli lambalar göre watt başına daha fazla ışık çıkışı sağlar. Bu verimlilik fluoresan lambalarda olduğu gibi lamba balonunun şekline ve boyutuna bağlı değildir.

Renk: LED'ler geleneksel sistemlerde olduğu gibi ışık rengini değiştirmek için renk filtresine gerek duymazlar. Bu da kurulum maliyetini biraz aşağı çeker.

Boyut: LED'ler çok küçük olabilirler (2 mm² den küçük) ve kolaylıkla bir devre üzerine monte edilebilirler. Bu özellikleriyle LED'ler kompakt armatür tasarımına olanak sağlamaktadır.

Açma/Kapama zamanı: LED'ler çok çabuk ışık verir. Bir LED gösterge lambası tam parlaklığa bir mikrosaniyenin altında ulaşır. LED ömrü ve bakımı açma/kapama hızından etkilenmemektedir. LED'lerin hızlı açma/kapama özelliği yanıp sönen görüntülerde meşgul sensörü ve günışığı sensörü kullanımı için de uygundur.

Döngü: LED'ler sıklıkla açma kapama döngüsü olan uygulamalar için idealdir. Örneğin flüoresan lambalar bu döngüye uyabilmede hız açısından başarısız iken, HID lambalar tekrar çalışabilmek için uzun bir zamana gerek duyar.

Loşlaştırma: LED'ler bir darbe-genlik modülatörü ya da akımın düşürülmesi ile kolaylıkla loşlaştırılabilir. Akkor telli lambalar kolaylıkla loşlaştırılabilirken, flüoresan lambalar genelde tam ışık çıkışının %30 una kadar düşürülerek loşlaştırılabilir.

Soğuk ışık: Birçok ışık kaynağının aksine LED'ler hassas obje ve ürünlere zarar veren ısı üretmezler. Ayrıca LED'lerin performansı düşük sıcaklıklarda artmaktadır. Bu durum LED'lerin marketlerde buzdolabı derin dondurucu vb soğuk tutulması gereken yerlerin aydınlatılmasında olanak sağlar.

Uzun ömür: LED'lerin ömrü göreceli olarak daha uzundur. Faydalı ömür saati 35.000 ila 50.000 saat arasındadır. Bir akkor telli lambanın ortalama ömrü 1000 - 2000 saat, bir flüoresan lambanın ömrü ise çalışma şartlarına bağlı olarak 10.000 ila 15.000 saat arasındadır.

Şok dayanımı: LED'ler akkor ve flüoresan lamba balonlarının aksine dış etkilerle oluşacak şoklara dayanıklı katı hal cihazlarıdır.

Fokuslama: LED'in kılıfı ışığı yönlendirecek şekilde tasarlanabilir. Akkor telli ve flüoresan lambalar ışığı toplayıp istenen tarzda yönlendirecek dış yansıtıcılara ihtiyaç duyar. LED'ler ise yassı bir yüzeye monte edilerek küresel olarak değil de yarı küresel olarak da ışık yayarlar. Böylece kayıp olan ışık miktarı azalır.

Dezavantajları

- Aynı renksel geriverim değerine sahip flüoresan lambalar daha verimlidir.
- **Yüksek kurulum maliyeti:** LED'lerin lümen başına fiyatları geleneksel kaynaklardan daha pahalıdır. Ek olarak sürücü devresi, güç kaynakları gibi destek sistemleri yine geleneksel sistemlerde kullanılanlardan daha pahalı olduğundan ilk maliyet olarak daha yüksektir.
- **Sıcaklığa bağımlılık:** LED performansı işletme yerindeki ortam sıcaklığına büyük oranda bağımlıdır. Ortam sıcaklığının yüksek olması LED grubunun ısısının artmasına dolayısıyla LED'in arızalanmasına yol açmaktadır.

- **Gerilim hassasiyeti:** LED'ler eşik değeri denilen bir gerilim ve akım değerinde beslenmelidir. Bu değer seri dirençler ve akım regülatörlü güç kaynakları ile sağlanabilir.
- **Işık kalitesi:** Soğuk beyaz LED'lerin çoğu güneş ya da akkor telli lambada olduğundan oldukça farklı bir siyah cisim radyasyonundadır. 460 nm ve 500 nm dalga boylarında nesnelere güneş altında ya da akkor telli lamba ışığı altında görüldüğünden farklı görünürler. Kırmızı renkli yüzeyler fosfor esaslı soğuk-beyaz LED lamba ışığı altında kötü bir renksel geriverim gösterirler.
- **Elektriksel polarite:** Akkor telli lambalardan farklı olarak LED'ler yalnızca doğru elektriksel polarite de çalışırlar.

UZAK KAYNAKLI YAPMA AYDINLATMA SİSTEMLERİ

Uzak kaynaklı aydınlatma kısaca bir noktadaki kaynaktan alınan ışığın başka bir noktaya taşınması olarak açıklanabilir. Işığın taşınması işlemi metalik yüzeylerde yansıma, dielektrik yüzeylerde kısmi yansıma veya toplam iç yansıma ile gerçekleşir. Sistem ışık kutusu, taşıyıcı kısım ve yayıcı olmak üzere üç kısımdan oluşur. Işık kaynağı ışık kutusu içine yerleştirilir ve taşıyıcı kısmın ışık kaynağı ile bağlantısı burada yapılır. Işık kaynağından taşıyıcı kısma giren ışık yansımalarla diğer uca doğru ilerlerken her yansımada yutulmaya uğradığından zayıflar. Sistemin yüksek verimle çalışabilmesi için yansıma sayısının olabildiğince azaltılması gerekir. Yansıma sayısının azaltılması ışığın taşıyıcı sisteme paralel olarak girmesine bağlıdır. Işığı paralelleştirmek için lenslerden yararlanılır.

Uzak kaynaklı sistemler aydınlatılması istenen bölgede patlama ve parlama tehlikesi nedeniyle ışık kaynağı bulunmasının tehlikeli olacağı yerlerde, UV ışınımı ve ısı yükünden kaçınılması gereken durumlarda, düşük parıltılı ve kamaşmasız bir aydınlatmanın amaçlandığı ortamlarda kullanılır. Işık kaynağının kolayca ulaşılabilir bir yerde olması temizlik ve bakım zorluğunun azalması ve ayrıca gözlerden ve kötü niyetli insanlardan uzak bir yerde bulunması bu sistemlerin seçilme nedenleri arasındadır.

Uzak kaynaklı sistemler ayrıca bir kaynaktan alınan ışığın birden fazla noktaya ulaştırılması, noktasal bir kaynağın düzlemsel kaynak haline dönüştürülmesi gibi avantajlara da sahiptir.

IŞIK KUTUSU

Işık kutusunda lambanın yanı sıra loşlaştırıcı, transformatör veya balast, kızılötesi ve renk filtreleri ile optik devreler bulunur. Optik devrelerin görevi ışığı taşıyıcı kısma paralel yada paralele yakın bir durumda girmesini sağlamaktır. Optik işlemler sırasında kayıplar olacağından kullanılacak sistemlerden daha yüksek ışık değerlerine sahip ışık kaynakları kullanılmalıdır.

Işık kaynağı ile taşıyıcı sistemlerin bağlantısı oldukça kolay bir şekilde yapılır. Işık kaynağı ile kablolu bağlantı verimi, ışık kaynağının ışıklı alanı A_s , açıklığın alanı A_f kabul açısı α olmak üzere

$$\eta = A_f/A_s(\sin^2\alpha)$$

eşitliğinden bulunur.. Bu eşitlikten de görüleceği üzere bağlantı verimi optik elemanların türünden bağımsızdır. Reflektör yerine lenslerin kullanılması verimi etkilemez.

Küçük uygulamalarda ışık kaynağı olarak 50 W'lık tungsten halojen lambalar kullanılırken daha büyük uygulamalarda HID lambalar kullanılır. Metal Halide lambalarda ışık rengi ve renk sıcaklığı bakımından gün ışığına çok yakın olduklarından tercih edilirler. Uygulamalarda 60 W'lık ve 400 W'lık metal Halide lambalar kullanılmaktadır.

Son yıllarda geliştirilen elektrotsuz indüksiyon lambaları bu alanda yeni bir çağ başlatmıştır. Philips'in **QL lambası**, General Electric' in **Genura** lambası ile Amerikan Enerji Departmanı (DOE) ve Amerika Füzyon Aydınlatması üreticilerin sunduğu Sülfür-mikrodalga lambası bu yeni kuşak lambalardandır. Sülfür-mikrodalga lambasının çalışma prensibi şu şekilde özetlenebilir.

Sülfür ve argon elektrot olmaksızın küçük bir kaptaki 245 GHz lik mikrodalga enerjisiyle plazma haline dönüştürülür. Uyarılan sülfür atomlarının fiziksel özelliklerinin sonucu olarak mikrodalga enerjisinin büyük bir kısmı ışığa dönüşürken geri kalan küçük bir kısmı da mor ötesi ve kızılötesi ışınım olarak yayılır.

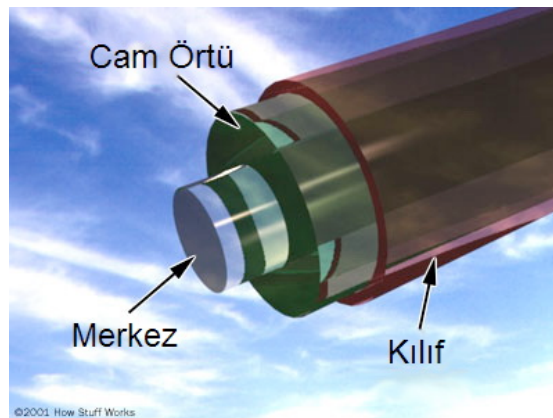
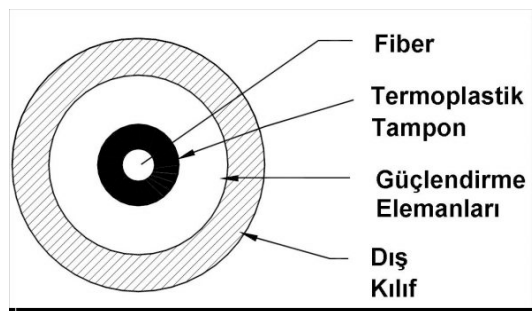
1000 W'lık SOLAR1000 lambası yaklaşık olarak 100.000 lm ışık akısı üretir. Lambanın büyüklüğü ise yaklaşık olarak bir beyzbol topu kadardır. Balon boyutunun küçük olması reflektörün optik bakımdan verimli olmasını kolaylaştırır. Balondan yayılan enerjinin hemen hemen %70 i tam renkli bir spektruma sahipken, akkor telli lambalar için bu değer %10, metal Halide lambalar için %50 dolayındadır. Sülfür lambaları çok düşük ortam sıcaklığında bile saniyeler mertebesindeki zamanda çalışmaya başlar, dinlenme süresi birkaç saniyedir ve loşlaştırılabilir.

İndüksiyon lambalarının çalışma prensibi ise elektromagnetik indüksiyon ve gaz boşalmalı lambaların bileşeni şeklindedir. Bir bobinden geçen elektrik akımı elektromagnetik alan üretir. Bu alan alçak basınçlı gaz boşalmalı lambanın gaz dolusunda elektrik akımı indükler. Bir demir çekirdek bu indüksiyonu yoğunlaştırır. İndüklenen akım dolgu gazındaki elektronları iyonize ederek morötesi bir ışınım doğurur. Morötesi ışınım lamba balonundaki tozlar tarafından görünür ışığa dönüştürülür.

QL lambanın indüksiyon bobini 2,65 MHz frekansla çalıştığından diğer faz boşalmalı lambalarda görülen flicker olayı tamamen ortadan kalkmıştır. Lambanın çalışmaya başlama süresi ortam sıcaklığına bağlı olmaksızın 0.1 s'dir. Yine yüksek frekanslı çalışma nedeniyle stroboskopik etkiler oluşmaz. Lamba etkinliği 70 lm/W ömrü 60.000 h tir. Lamba boyutları küçük ama çıkış akısı büyüktür. 55 W gücündeki QL55 lambanın çıkış akısı 3.500 lm, 85 W gücündeki QL85 lambanın çıkış akısı 6.000 lm'dir.

FİBER OPTİK TAŞIYICI SİSTEMLER

Fiber optik terimi ilk kez 1956'da Kapany tarafından kullanılmıştı. 1970'lerde düşük kayıplı fiber optiklerin geliştirilmesi bu alanda atılan en büyük adım oldu. Fiber optiklerin en önemli kullanım alanları iletişim sistemleridir. 1980'lerde fiber optik tarama sistemleri ve endoskopların yapılmasıyla birlikte tıpta önemli bir kullanım alanı buldu.



Şekil 12: Fiber optik kablonun iç yapısı

Fiber optikler iç kısımda ışığı taşıyan bir çekirdekle, ışığın çekirdekten kaçmasını önlemeye yarayan, çekirdeğin kırılma indisinden daha küçük bir kırılma indisine sahip bir kılıftan oluşur. Işığın taşınması işlemi sırasında bir kısım ışık yutulma ve saçılmalar nedeniyle kaybolur. Bu durum dBm^{-1} cinsinden zayıflama ile belirtilir. Bu değişimler ışığın dalga boyuna bağlıdır ve taşınan ışığın spektral düzeninin değişime uğraması tehlikesini gösterir. Bilindiği gibi görülebilen ışığın dalga boyu 380 nm ile 780 nm arasındadır. Ancak fiber optiklerin geçirgenliği cam fiberler için 480 nm, plastik fiberler için ise 400 nm'den başlar. Bu durum ışık tayfındaki mor rengin ortadan kalkması demektir. Bu aynı zamanda fiber kablodan geçen ışığın renk sıcaklığının değer kaybettiğinin de göstergesidir. Örneğin 12 V 100 W ve renk sıcaklığı 300 °K olan tungsten halojen lambadan çıkan ışığın 6 mm çaplı 1,5 m'lik bir fiber kablonun sonundaki renk sıcaklığı 2810 °K' e düşer. Fiberden çıkan ışığın renk sıcaklığının azalması ışığın tayfındaki sıcak renklerin artıp soğuk renklerin azalması demektir.

Fiber optiklerde iletilen akı miktarının oransal değeri dB ile verilir.

$$\text{dB} = 10 \log(\Phi_1 / \Phi_2)$$

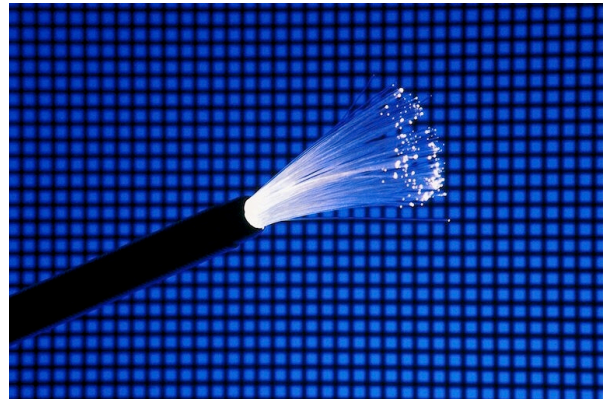
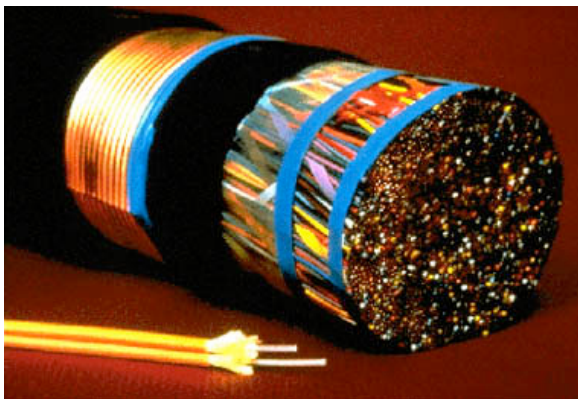
Φ_1 ve Φ_2 sırasıyla giriş ve çıkış akıları miktarıdır. Zayıflamanın tipik değerleri plastik fiberler için 0.1' den 0.4 dBm^{-1} e (yaklaşık olarak %2 lm/m -%9 lm/m), cam fiberler için 0.2' den 0.6 dBm^{-1} (yaklaşık %4 lm/m -%12 lm/m) değişir.

Cam fiberlerin çapı 10-150 μ arasında değişir. Çok sayıdaki fiber bir araya gelerek istenilen kalınlıkta bir fiber demeti oluşturulur. Bu demet daha sonra dış etkilerden korunması için esnek bir tüpün içine yerleştirilir.

Örneğin 50 μ kalınlığındaki 11.500 adet fiberin bir araya getirilmesiyle elde edilen bir fiber demetinin aktif çapı 6 mm'dir. Demetin bir silikon kılıfla kaplanması durumunda kablonun dış çapı 10 mm olur. En büyük toplam çap 1mm 'lik 300 fiberin oluşturduğu 200 mm'lik çaptır.

Bir ya da birden çok fiberin bir uç oluşturmaya Koşum (harnes) denir. Bu ortak uç ışık üreticisine bağlanabilen metal bir kılıfla korunur.

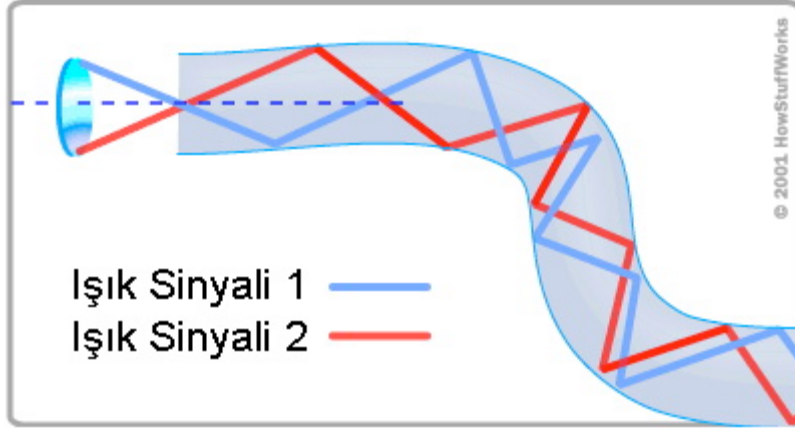
Plastik fiberler cam fiberler gibi bir demet oluşturmak üzere ince fiberler halinde yapıldıkları gibi istenilen kalınlıkta tek bir plastik fiber yapmakta mümkündür.



Şekil 13: Fiber demeti

Dirsek

Fiberlerin esnek olmasının iyi yönlerinden biri de dirsek yapmaya elverişli olmalarıdır. Ancak ışığın fiber dışına kaçarak azalmasını önlemek için kaçığın olmayacağı bir sınır değere kadar dirsek yapılmasına izin verilir. Dirseğin yapılabileceği en küçük yarıçapı fiberin tipi belirler ve fiberin yarıçapı ile bir çarpımla verilir. Bu değer genelde 4x yarıçap olarak belirtilmektedir.



Şekil 14: Işığın dirsek kısımlarında yansımaları

Çizgisel kaynak

Fiber optikler kırıcılık indisi küçük olan bir kılıfın yayıcılık özelliği sayesinde çizgisel kaynak olarak kullanılabilirler. Kablolar iki kutu kullanılarak her iki uçtan ya da bir kapalı bir devre oluşturacak şekilde tek bir kutudan beslenir. Bu sayede parıltının kablo boyunca aynı kalması sağlanmış olur. Kabloların çapları 15 mm'ye uzunlukları ise kullandıkları yere bağlı olarak 50 m'ye kadar çıkabilir. Çizgisel kaynak gibi kullanılan fiber optikler ışıklı bir şerit etkisi verirler ve bu özelliklerinden dolayı binanın dış çizgileriyle, hatların aydınlatılması, yürüyüş yollarının işaretlenmesi gibi daha önce neon lambalarının kullanıldığı yerlerde kullanılırlar.



Şekil 15: Şerit fiber optik örnekleri

Fiber optik sistemlerin neonlara göre üstünlükleri ışık renklerinin ışık kutusundaki filtreler ile değiştirilebilmesi olanağının bulunmasıdır. Aynı teknikle veya ışık kaynağının loşlaştırılması ile ışık çizgisinin parlaklığının değiştirilmesi de mümkündür.

Noktasal Kaynak

Fiber optik kablonun ucu noktasal bir ışık kaynağı olarak ışık verecek şekilde kullanılabilir. Kablonun çıkış ucu gerek duyulan ışık dağılımını veren bir optik devre ile son bulur. Çoğunlukla kabul edilen devre basit bir lensten oluşur ve bu lens istenilen ışık şekline göre tasarlanır. Kablonun sonunda bulunan elemanlar kabloyu bulunduğu yere sabitleyerek ışığın doğrultu ve açısını belirler. Bu kısımda renk filtreleri ve yayıcılar ile özel ışık etkileri veren dekoratif lensler yerleştirilebilir. Fiberin kendi açılış açısı sabit bir parametredir ve kırılma indisi ile ilişkilidir.

Kabloların uçlarındaki optik lenslerle uçların sabitlenmesi sayesinde yoğunlaştırılmış ya da geniş bir ışık demeti elde etmek mümkündür. Fiber kablosunu yalnızca dış etkilere karşı korumayan aynı zamanda ışın demetini fokalize edebilen, su geçirmeyen renk filtreleri tutan elemanlar mevcuttur.



Şekil 16: Kablo sonunda optik lenslerle ışık dağılımını kontrol edilmesi

Uygulamalar

Fiber optikler esnek yapıları nedeniyle bina hatlarına kolaylıkla uyum sağlarlar. Fiber optiklerin çizgisel ve noktasal olarak kullanılabilmesiyle çeşitli etkliler yaratılabilir. Değişik renk efektleri ile dinamik bir aydınlatma sağlanırken, yeraltından geçirilebilir ve hatta havuz göl gibi su kaynaklarının içine bile yerleştirilebilir.

Fiber optiklerin en çok kullanıldıkları yerler mağaza gibi ticari binalardır ki bunlarda fiber optikler vitrin aydınlatmasında ya da dikkati çeken aydınlatmada noktasal kaynak ya da dekorasyon amacıyla çizgisel kaynak olarak kullanılır. Vitrin için tipik bir düzenleme 5 m sonunda her bir ucundan yaklaşık olarak 100 lm verecek olan 150 W'lık HID lamba bağlanmış olan 12 adet 6 mm'lik demetten oluşur. Fiber optiklerin yalnızca çok az uygulaması genel aydınlatma ile ilgilidir. Böyle bir uygulama Madrid'te Municipal Conference Center'daki 2000 kişilik oditoryumun aydınlatılmasıdır. Burada 200 W'lık HID lambalarının bulunduğu 181 adet ışık kutusu ve tavana yerleştirilmiş 1344 nokta kaynaktan ortalama 30 lx aydınlık düzeyi sağlanmaktadır. Bu sistemin kullanılmasındaki ana neden bakım kolaylığıdır. Fiber optik iletkenler aynı zamanda güneş ışığını toplayan ve bu ışığı bir lens yardımıyla binanın iç kısımlarına taşıyan sistemin bir parçası olarak da kullanılır.

Fiber optik taşıma sistemlerinin tercih edilme nedenleri şöyle özetlenebilir :

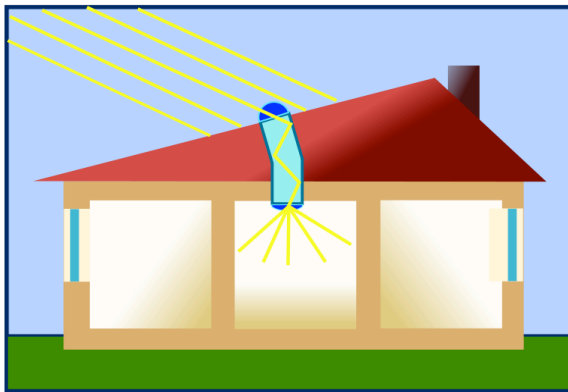
- Görülebilir spektrumun düzgün olması
- UV ve IR ışınları geçirmemesi
- Uzun mesafelere ışık taşıyabilmesi
- Kullanılan malzemenin yaşlanma özelliğinin iyi olması
- Uygulamasının kolay ve fiber paketlerin esnek olması
- Metre başına maliyetinin çok yüksek olmaması

IŞIK TÜPLERİ

Aydınlatma amacıyla ışığın tüple taşınması işi çok eski zamanlardan beri bilinen bir kavramdır. İlk ışık tüpü patenti 1881'de Amerika' da alınmıştır. Bu iç yüzeyi yansıtıcı bir kılıf oluşturacak şekilde aynalarla kaplanmış. basit bir tüptü. Fakat konvansiyonel aynalar ışığı istenilen verimde yansıtamadıklarından günümüzde artık bunlar kullanılmamaktadır. En iyi konvansiyonel aynanın verimi %95 civarındadır. Eğer ışığı bu aynalar ile taşımak istersek , 10 ya da 20 kez yansıyarak her yansımada %5 kayba uğrayacak olan ışığın ancak çok az bir kısmı çıkış ucuna ulaşacaktır. En temel sistem temizken görülebilen spektrumun %85 ini yansıtabilen alüminyum duvarlı tüptür. 300 mm çapında böyle bir tüpe 8° açı ile giren ışık 6 m'lik yolun sonunda değerinin %50 sini kaybeder. Son yıllarda yansıtıcılığı %99.5 olan specular polyester optik filmler geliştirilmiştir.

Işık tüplerinde ışığın taşınması işlemi, yüzey yansıtıcılığı, ışığın tüpe giriş açısı ve tüpün uzunluğunun çapına oranı ile ilişkili bir olgudur. Işığın taşınması işleminin verimli olabilmesi için ışığın tüpe olabildiğince paralel girmesi gerekir. Işığın tüpe paralel girmesi yansıma sayısını azaltır. Bu da yansıma ve yutulma kayıplarının azalması demektir. Sistem veriminin düşük olması nedeniyle uygulama ancak güneş ışığının kullanılması durumunda kullanışlı olabilir. Bir elektrik kaynağı ile düşünülecek bir sistem değildir. Ancak gün ışığının gün içindeki değişimi nedeniyle sistemin istenilen aydınlık düzeyini sürekli olarak sağlaması için günışığı ile yapma kaynakların bir arada olduğu karma ışık kaynakları kullanılır. Karma ışık kaynakları gün ışığının yetersiz olduğu durumlarda devreye girmesi için seçilen HID lambalar QL lambalar ile sülfür lambalarıdır.

Güneş ışığı tüplerinin başlangıç uçlarında genellikle olabildiğince çok miktarda güneş ışığını toplayıp tüpün içine yöneltmek için bir dome bulunur. Bunun dışında da toplayıcılar yansıtıcılar ve hatta Frensel lensleri kullanılarak mümkün olduğunca çok ışığın taşınmasına çalışılır.



Şekil 17: Işık tüpünün çalışma prensibi

Tüpün oda içindeki bitiş ucunda ise ışığı dağıtan bir yayıcı bulunur. Güneş ışığının alınmasını daha da optimize etmek için güneşin gün içindeki hareketini takip eden heliostatlar kullanılır.

Işık tüpleriyle aydınlatma sistemi pencere ve çatı pencereleri ile karşılaştırıldığında ısı yalıtımı ve derin odalarda kullanım esneklikleri ile daha avantajlı iken çevreyle göz teması olamaz. Ancak bodrum gibi alanlara gün ışığını taşıdığından penceresiz alanlarda çalışmak zorunda kalan insanlarda psikolojik bir rahatlama sağlayabilir. Gün ışığı tüpleri kurulum açısından yüksek maliyette olmasına rağmen kullanım süresi boyunca bu maliyeti karşılayacak enerji tasarrufu sağlar. Bir diğer önemli konu ışık tesisatının elektriksel bir tesisatının olmayışıdır. Bu nedenle ıslak mekanlarda banyo ve havuzlarda rahatlıkla kullanılabilir.



Şekil 18: Gün ışığının ışık tüpü ile taşınmasına bir örnek (Berlin)

Kaynaklar

1. Wikipedia The Free Encyclopedia
2. Bilim ve Teknik Ocak 2007 (85)
3. V. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu Bildiriler Kitabı
LED'li Işık Kaynaklarının Karakteristiklerini Belirlemeye Yönelik Ölçmeler
Mükail Bulut, Ömer Gül
4. Bilgiustam.com