



**NECMETTİN ERBAKAN  
ÜNİVERSİTESİ**

**T.C  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
SEYDİŞEHİR AHMET CENGİZ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ**

**Elektronik Devreler  
LED Araştırma Ödevi**

**Tunahan Balcı  
21370031039**

**KONYA  
2022**

## LED Nedir?

LED, ışık yayan diyottur. İngilizce adı “**Light Emitting Diode**” olan LED’in ismi bu kelimelerin baş harflerinden oluşur. Diyot, akımın yalnızca tek yönden geçmesini sağlayan iki bacaklı yarı-iletken bir devre elemanıdır.

Diyotlarda akımın geçişi anottan katoda doğru idi. Aynı durum LED’ler için de geçerlidir. Tek fark, LED’lerde iletim gerçekleştiğinde ışık yaymasıdır. LED’in yapısı, devre üzerindeki sembolü ve kutupları şöyledir:

LED ‘ de 2 bacak bulunur .Uzun bacak +(anot) ve kısa bacak –(katot) dur.[2]

### 1.LED ‘ lerin TARİHÇESİ

Elektrolüminesans fenomeni, ilk olarak 1907 yılında İngiliz mühendis Henry Joseph Round tarafından kristal dedektör ile deney yaptığı sırada keşfedilmiştir.Silisyum karbür kristalleri ile uğraşmakta olan Round, kristalin belirli bölgelerine gerilim uyguladığında parıltılar gözlemlemiştir.

İlk LED, kayıtlara 1927 yılında Rus mucit Oleg Losev tarafından geçirilmiştir. Bu buluşu Sovyet, İngiliz ve Alman bilimsel yayınlarda yer alsa da, bu buluşun takip eden yıllarda herhangi bir uygulaması kullanılmamıştır. Ekim 1962’de ise Texas Instruments firması SNX-100 isimli ilk ticari LED’i üretmiştir. [3]

- 1962 İlk ticari LED üretildi, ilk üretilen kırmızı LED’ler sinyal ve göstergelerde kullanıldı.
- 1972 de ilk radyal kılıflı LED üretildi.
- 80-90 lı yıllar LED’ler için bir dönüm nokrası oldu. Bu dönemde kırmızı LED’in yanı sıra sarı, yeşil, mavi ve beyaz LED’ler de üretildi ve verimlilikleri arttırıldı.
- 1994 trafik lambalarında kullanılmaya başlandı..
- 2000 den sonra sarsıntılardan zarar görmemesinden dolayı araçlarda kullanılmaya başlandı.
- 2010 itibariyle evlerde aydınlatma amaçlı kullanılmaya başlandı.[2]

### 2.Led Nasıl Çalışır ?

LED’in de diğer diyotlar gibi yapısında p-tipi ve n-tipi olmak üzere iki farklı çeşit yarı-iletken madde bulunur. P-tipi yarı-iletken pozitif yük taşıyıcılar, n-tipi yarı-iletken ise negatif yük taşıyıcılar bulunur. Bu sayede, diyot üzerinden yalnızca anottan katot yönünde elektrik akımı geçişi mümkündür.

LED’de ise yine aynı durum geçerlidir. Standart diyotlardan farklı olmak üzere LED’lerde, p ve n tipi yarı-iletkenlerin birleştiği noktadaki elektron alış-verişi, ışık oluşmasına sebep olur. Bu olaya elektrolüminesans adı verilmektedir.[3]

#### 2.1 Işığın rengini belirleyen kullanılan kimyasalların bileşimidir

LED’lerin ortama yaydığı ışığın frekansı, spektrumun görünür ışık bölgesine denk düşer. Bununla birlikte gözle görülemeyen frekansta ışık yayan kızılötesi (infrared,IR) veya morötesi (ultraviyole,UV) LED’ler de vardır.

LED’in en önemli kısmı yarı iletken malzemeden oluşan ve ışık yayan LED çipidir. LED çipi noktasal bir ışık kaynağıdır ve kılıf içine yerleştirilmiş yansıtıcı eleman sayesinde ışığın belirli bir yöne doğru yayılması sağlanır. Şeffaf kılıflı bir LED’e dikkatli bakılırsa LED çipi gözle görülebilir.

LED’e doğru polarma tatbik edildiğinde P maddesindeki oyuklarla N maddesindeki elektronlar birleşim yüzeyinde nötrleşir. Bu birleşme sırasında meydana gelen enerji ışık enerjisidir.

LED’lerin yaydığı ışık, LED çipi içerisindeki yarı iletken katkı maddeleri ile ilgilidir. LED’in hangi renkte ışık yayması isteniyorsa galyum, arsenit, alüminyum, fosfat, indiyum, nitrit gibi

kimyasal malzemelerden uygun oranda yarı iletken malzemeye katkı yapılır

- GaAs (Galliyum Arsenid): Kırmızı ötesi (görülme-yen ışık)
  - GaAsP (Galliyum Arsenid Fosfat): Kırmızıdan – yeşile kadar (görülür)
  - GaP (Galliyum Fosfat): Kırmızı (görülür)
  - GaP (Nitrojenli): Yeşil ve sarı (görülür)
- Böylece LED çipinin istenen dalga boyunda ışıma yapması sağlanır.

LED imal eden firmalar kataloglarında LED'in yaydığı ışığın dalga boyunu vermektedir. LED çipinde kullanılan katkı maddesine bağlı olarak aynı renkli LED'lerin dalga boyu farklı olabilmektedir. [2]

### 3.LED Teknolojisi

LED'ler ilk olarak elektronik cihazların güç ve durum göstergelerinde kullanılabilecek kadar ışık yayabilmekteydi. Günümüzde ise teknolojinin gelişmesi sayesinde iç ve dış mekan aydınlatma çözümleri, otomobil farları, reklam panoları, televizyon ve LCD ekran aydınlatmaları gibi birçok alanda LED kullanılmaktadır.

LCD ekranlar yapılarından dolayı kendi ışıklarını oluşturmazlar. Bu sebeple LCD panellerin arkasında bir aydınlatma sistemi bulunur. Panel aydınlatması olarak önceden CCFL isimli soğuk katot aydınlatma kullanılmaktaydı. Fakat bu tip aydınlatma çözümleri, tıpkı floresan ampuller gibi çizgisel yapıda olduklarından, ekranın homojen bir şekilde aydınlatmasını tam olarak sağlayamamaktaydı. Ayrıca bu tip aydınlatmalar LED'lere kıyasla daha çok güç tüketmekteydi. Bu tip panel aydınlatmalarında ise D-LED (direct LED) ve E-LED (edge, kenar LED) olmak üzere iki farklı çözüm mevcuttur. D-LED'de panelin tamamının altında LED'ler dizilmiş olarak bulunurken, E-LED çözümünde ise CCFL'ye benzer şekilde bir çubuk yalnızca kenarlarından aydınlatılarak ışıklandırılması sağlanmıştır ve panel bu ışıkla aydınlatılır. Günümüzde özellikle cep telefonu kameralarında kullanılan flaşlar iki adet LED'den oluşmaktadır. İki adet kullanılmasının sebebi ise en doğru renk tonunu vermesi içindir. Bu sisteme dual LED ismi verilir. [3]

### 3.1 EVAGET ' in Yeni LED teknolojisi (alıntı)

Fosfor kaplı LED'lerin ve RGB'lerin lümen limitlerini %53 oranında arttırıyor.

Geleneksel LED paketleri, çip üzerinde silikon fosfor karışımından oluşurken, kırılma indeksi uyumsuzluğu, yerel ısı transferi ve aynı zamanda yerel fosfor ısıtma sorunları nedeniyle bazı önemli optik kayıplara neden olabiliyor.

EVATEG'in yeni fikri sayesinde gelişen teknolojiye ise; cam kubbenin altında uzaktaki kaplamayla çipten uzak bir şekilde fosfat uygulanarak; ışığın ekstraksiyonu geliyor ve optotermal sıvı soğutma teknolojileri ile bağlantı noktalarının sıcaklığı düşüyor.

Bu sistem ile; hava ile doldurulmuş, tam silikonla kürlenmiş ve optotermal akışkan ile ayrı ayrı doldurulan taban (geleneksel LED paketleri) arasında karşılaştırma yapıldığında sistemin, lümen çıkışı anlamında; sırasıyla %23,%40 ve %53 gibi artışlar gösteriyor.

Bu yenilikçi fikir geleneksel yaklaşımlara kıyasla aşağıdaki avantajları da beraberinde getiriyor:

- LED lambaların ışık motorlarının lokal sıcaklıktaki düzensizliklerini azaltmak için etkin bir soğutma sağlar.
- Karmaşık aydınlatma sistem tasarımlarını basitleştirir.
- Çip ve soğutucu arasındaki ısı direncini azaltır ve yüksek lümen çıkışı sağlar.
- Aydınlatma sistemleri için gelişmiş IoT özellikleri adına anahtar bir etkinleştirici teknoloji sunar.
- Lümen çıkışını ve ömrünü yükseltirken fosforun ve çipin etkili soğutma özelliği sayesinde bağlantı noktalarının ısınısını azaltır.
- Isıyı düşürerek fosforda yüksek dönüşüm etkinliği sağlar.
- Isı aşırımları nedeniyle meydana gelen renk kaymalarını ortadan kaldırır.
- Optimum kayıpları azaltarak daha iyi bir kırılma indeksi uyumu sağlar. [2]

#### 4.Ledlerin Çalışma Sınırları

Verimliliğine karşın LED çözümünün de bir takım sınırlamaları mevcuttur. Bunların arasında elektrostatik boşalmalara karşı duyarlılık, 1.7 ile 3.6 V arasında (renge bağlı olarak) besleme gerilimi zorunluluğu ve kutuplu olma özellikleri sayılabilir. Bunlara ek olarak normalde beyaz ışık kaynağı kullanılır, renkler dalga boyu ayarları ile sağlanır ve çalışma sıcaklığı -25°C ile 85°C arasında kalmalıdır.

Kırmızı LED yaklaşık 1,8V-15mA

Sarı LED yaklaşık 2V-15mA

Yeşil LED yaklaşık 2,2V-15mA

Mavi ve Beyaz LED yaklaşık 3V-30mA 'de çalışır.

Aşağıdaki tablo, 5 mm çapında yuvarlak LED'ler hakkında teknik bilgiler vermektedir.

Bu teknik bilgiler arasında önemli olanlar, koyu işaretli üç sütunda kilerdir.

Type	Colour	IF max.	VF typ.	VF max.	VR max.	Luminous intensity	Viewing angle	Wave length
Standard	Red	30mA	1.7V	2.1V	5V	5mcd @ 10mA	60°	660nm
Standard	Bright red	30mA	2.0V	2.5V	5V	80mcd @ 10mA	60°	625nm
Standard	Yellow	30mA	2.1V	2.5V	5V	32mcd @ 10mA	60°	590nm
Standard	Green	25mA	2.2V	2.5V	5V	32mcd @ 10mA	60°	565nm
High intensity	Blue	30mA	4.5V	5.5V	5V	60mcd @ 20mA	50°	430nm
Super bright	Red	30mA	1.85V	2.5V	5V	500mcd @ 20mA	60°	660nm
Low current	Red	30mA	1.7V	2.0V	5V	5mcd @ 2mA	60°	625nm

**IF max.** Azami (maksimum) akım.

**VF typ.** Direnç hesabında kullanılacak VL Voltajı.

Beyaz ve mavi için yaklaşık 4V, diğerleri için yaklaşık 2V

**VF max.** Azami Voltaj

**VR max.** Azami ters Voltaj. (LED'i doğru bağladığınızna göre önemi yok.)

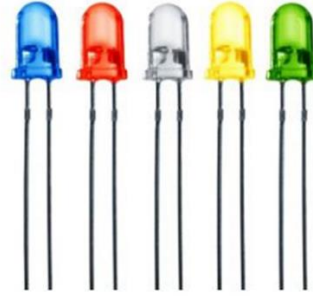
**Aydınlatma Şiddeti** Uygun akım altında LED'in aydınlatma gücü, (mcd = milicandela.)

**Görünüm Açısı** 60° ile 30° arasında değişen açı değerleri.

**Dalga Boyu** Yayılan ışığın azami dalga boyu, yani LED'in rengini belirleyen değer. nm = nanometre.[2]

#### 5.Led Çeşitleri

LED'lerin kullanım alanlarına, boyutlarına, kılıflarına ve tabi ki oluşturdıkları ışık rengine göre birçok çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan en bilineni elektronik devrelerimizde sıkça kullandığımız 5mm LED'lerdir.



5mm farklı renklerde LED'ler.

Bu tip LED'lerin kırmızı, beyaz, yeşil, mavi ve sarı gibi renk çeşitleri bulunmaktadır. Ayrıca televizyon uzaktan kumandalarında kullanılan çoğu kızılötesi (IR, infrared) LED de bu kategoriye girmektedir.[3]

##### 5.1 RGB LED'ler

RGB LED'ler, kırmızı (Red), yeşil (Green) ve mavi (Blue) renklerde ışık yayan tek bir LED'tir. 3 farklı LED'in tek bir pakette birleştirilmiş halidir.[2]



## 5.2 Infrared (kızılötesi LED)



Kızılötesi (IR) LED

LED'lerin tarihçesi kısmından hatırlayacak olursanız, ilk üretilen LED'ler kızılötesi dalgaboyunda ışık yaymaktaydı. Bu dalgaboyunu gözümüzle göremeyiz, fakat kızılötesi ışığın oldukça faydalı uygulama alanları bulunmaktadır.

İnsan gözü kızılötesi ışığı algılayamasa da, çoğu kamera sensörü bu ışığı algılayabilmektedir. Bu sebeple kızılötesi LED'ler gece görüş özelliğine sahip kameralarda tercih edilmektedir.

Gece görüş özelliğine sahip güvenlik kameraları etrafındaki LED'ler kızılötesi ışık yaymaktadır.

Kızılötesi LED'ler ile karşılaştığımız bir başka elektronik alet ise televizyon uzaktan kumandalarıdır. Kumanda ucunda bulunan kızılötesi LED'in belirli bir sinyal üretecek şekilde yanıp sönmesi (mors kodu gibi düşünebilirsiniz) sayesinde televizyon, klima, müzik seti gibi elektrikli cihazlarımızı kumanda edebilmemiz mümkündür.

Uzaktan kumandanın kızılötesi ışığını bir kamera ile görebilmemiz mümkündür.

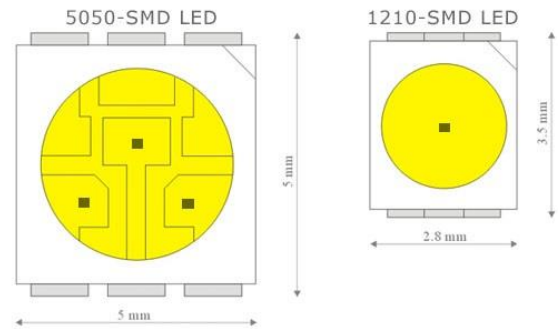
## 5.3 Power LED 'ler

Power LED'ler, (0.5 Watt ve üstü) yüksek güç değerine sahiptir. Bu LED'ler daha çok aydınlatma amaçlı kullanılmaktadır. Yüksek güç değerlerinde çalışmaları sebebiyle, ısınma problemi ile karşılaşmak mümkün. Bu sebeple soğutucu çözümler geliştirmek gerekmektedir.

## 5.4 SMD LED

SMD LED'ler, breadboard ve delikli pertinaks kartlarımızda sıkça kullandığımız 5mm LED'lerden farklı olarak devre kartlarının yüzeyine lehimlenerek kullanılan LED'lerdir. Kullanım amaçlarına ve büyüklüklerine göre çok farklı çeşitte SMD LED mevcuttur.

SMD LED'lerde "çip" olarak tabir edilen aktif ışık saçan bölgeler bulunur. Genellikle piyasadaki şerit LED'lerde tek çipli ve 3 çipli LED'ler tercih edilir. [3]



Solda üç çipli, sağda ise tek çipli LED örneği görmekteyiz.

## 5.5 Şerit LED'ler

Şerit LED'ler esnek PCB zemin üzerine SMD tipte LED'lerin sıralandığı LED'lerdir. 12V gerilimde çalışmaları için uygun dirençlere de sahiptir. Böylece bir güç kaynakları ile kolayca çalıştırılabilirler. Şerit LED'ler genellikle tek renkte LED'lerden oluşur.

Öte yandan WS2812 entegreli adreslenebilir LED'ler de bulunmaktadır. Böylece her bir LED'in rengi ve parlaklığı ayrı ayrı kontrol edilebilir.

## 5.6 COB LED

Chip-on-Board kelimelerinin baş harflerinden oluşan bu kısaltma, birden çok LED çekirdeğinin tek bir plakada birleştirilmesi ile üretilmiş LED'leri temsil etmektedir.[3]



COB LED'ler üretim maliyetlerini düşürmek ve termal verimlilik amacıyla üretilirler.

## 5.7 DOB LED

(Driver on Board)



LED üreticileri modüllere güç kaynaklarını da (sürücü) ilave ederek yeni ürünün adını (Driver on Board) DOB olarak tanımladılar. Yani bir DOB LED'te, LED veya LED çipleri (yongaları) ve sürücü devrelerini ihtiva ediyor olmalı. Bu sayede aydınlatmacılar kolayca bu hazır ürünleri armatürlerinde kullanabilir hale geldiler.

## 6. Neden LED Tercih Edilmelidir

- Fiziksel darbelere ve şoka dayanıklıdır.
  - Güvenilirdir.
  - Uzun ömürlüdürler (100.000 saate kadar ömürleri vardır).
  - Düşük güç tüketimlerinden dolayı Solar Enerji ile çalışan(Güneş) devrelerde ve mobil uygulamalarda alternatifsizdirler.
  - Yüksek verimli aydınlatma sağlarlar.
  - Çok düşük sıcaklık ve düşük ışık kirliliğine sahiptirler.
  - Elektromagnetik Interference ve parazit (HUM) oluşturmazlar.
  - Hem Indoor (iç mekan), hem de Outdoor(dış mekan) kullanılabilirler.
  - Nem ve suya dayanıklıdır.
  - Uzun vadede daha ucuz enerji tüketim maliyetleri vardır.
  - Tek veya bir çok renk bir arada kullanılabilirler.
  - Yüksek parlaklık ve yüksek kontrasta sahiptirler.
  - Düşük Güç Tüketimi ve düşük ısı yayılımına sahiptirler.
  - Kolay kurulma özelliklerine sahiptirler.
  - Cıva, kurşun v.b. Ağır metaller içermez, Çevre dostudur.
  - Geleneksel flouresant lambasına karşın ortalama 1/10 güç tüketimi yaparlar.
  - Bakıma ihtiyaç duymazlar.
  - Küçük boyutlu ve hafiftir.
  - Plug-N-Play (Tak ve çalıştır) kolaylığına sahiptirler.
  - Mono-kromatik(tek dalga boyu ve tek renkli) ışık kaynağıdır. Bu yüzden trafik uygulamalarında benzersizdirler.
  - LED'ler, filamanları olmadıkları için, sıradan elektrikli aydınlatma ampullerinden daha dayanıklıdır.
  - Yeşil, sarı ve kırmızı gece görüşünde ve sisli hava şartlarında trafik uygulamaları açısından, beyaz genel kullanım ve aydınlatma amaçları için iyi bir çözümdür.
  - Başlı başına bir bilim dalı haline gelmiş ve sürekli gelişmekte olan bir teknolojidir.
  - LED'ler çeşitli aparatlarla birlikte kullanılıp verimliliği ve görselliği artırılmaktadır.
- [2]



## 7.Ledlerde Veri İletimi

Henüz geliştirilme aşamasında olan Li-Fi (Light Fidelity) teknolojisi nesnelerin internetinin günden güne daha fazla alanda kullanılması ile birlikte Wi-Fi teknolojisinden faydalanmamızı sağlayan radyo frekanslarının yetersiz kalabileceği durumlarda yönelim sağlanacak bir teknoloji olacaktır.

Li-Fi ‘ın Wi-Fi’ dan temel farkı veriyi radyo sinyalleri ile iletmek yerine LED ışıkları yardımı ile veri aktarımı sağlamaktadır. Bu şekilde kablosuz iletim sağlanmaktadır. Li-Fi teknolojisi veriyi elektromanyetik bir biçimde transfer eden ve bunu görünen ışık yani LED (Light Emitting Diode) yardımı ile yapan bir teknolojidir. Yani, Li-Fi teknolojisi bir çeşit kablosuz bir optik ağ teknolojisidir. Li-Fi teknolojisi ilk defa 2011 yılında Profesör Harald Haas tarafından yapılan bütün lambalardan kablosuz veri adlı TED konuşmasında duyulmuştur. Wi-Fi teknolojisine göre veri iletim hızı 100 kat daha fazladır. Li-Fi teknolojisi Wi-Fi’ dan daha hızlı olmasının yanı sıra aynı zamanda da daha güvenli bir teknolojidir. Araştırmalara göre Li-Fi teknolojisi ile saniyede 224 Gbps veri transfer hızına ulaşılabilmektedir. Buna ek olarak, Li-Fi radyo frekanslarını kullanmadığı içinde Wi-Fi teknolojisine kıyasla 10.000 kat daha fazla kapasite sağlamaktadır. Bu şekilde Wi-Fi ağındaki yükü önemli ölçüde azaltacağı düşünülmektedir. Li-Fi veri iletişimini ve aydınlatma görevini tek cihaz üzerinden gerçekleştirmesi ile enerji tasarrufuna da katkı sağlamaktadır. Ve Li-Fi ağı Wi-Fi’ a göre daha ucuzdur. Li-Fi teknolojisinin bir dezavantajı ise bu teknolojiden yararlandığımız süre boyunca LED’ in sürekli açık kalması gerekmektedir. Diğer bir dezavantajı ise Wi-Fi teknolojisinde olduğu gibi bir duvarın arkasından erişim sağlayamayacak olmamız.

Li-Fi teknolojisinin düzgün bir şekilde çalışabilmesi için donanım olarak bir alıcı görevi gören foto-dedektör (transmitter) ve bir de alınan sinyali işleyip aktarılabilir bir veriye çevirecek bir alıcıya (reciever) ihtiyaç duyulmaktadır. Veriler, ışık ışınlarında yaşanacak olan küçük farklılıklar ile gönderilip cihaz tarafında foto-dedektör (foto diyot) ile toplanmaktadır. Veri aktarımının gerçekleşmesi ardından aktarılan bu veriler işlenerek günlük hayatta kullandığımız internet, ses ve video gibi farklı dosya çeşitleri olarak erişebileceğimiz hale gelmektedir. İnternet ise, LED ampullere takılan özel vericiler ile ışık üzerinden kullanıcılara iletilebiliyor. Işıkla veri iletimi bakır kabloya kıyasla yüksek veri transferi sağlayabilmektedir.

Li-Fi teknolojisinde veri göndermek için LED ampullerin kullanılıyor. Bu LED’ lerden çıkan ışınların yoğunluğu Li-Fi ile değiştirilerek veri iletimi gerçekleştirilmektedir. Mesela, ses sinyalinin genliği artıp azaldığında, LED’ den geçen akım da benzer şekilde değişir. LED’ ler içinden geçen akıma göre ışık yaymaktadırlar. Işık içinde kırmızı, yeşil ve mavi (RGB) renklerinin yoğunluğu, verileri LED ışığına entegre edebilmek için hassas bir şekilde modüle edilmektedir. RGB’ nin bu ince modülasyonunu, kod olarak tanımlayabiliriz. Işık bir foto diyot tarafından alındığı takdirde, ışık demodüle edilmiş olur. Alınan bu bilgiler ile iki uygulama gerçekleştirilebilir. Bu bilgiler ya bir bulut sunucusuna aktarılabilir ya da alıcının kendisi tarafından yazdırılabilir. İçerik ise elde edilen koda göre görüntülenebilmektedir.

Li-Fi teknolojisi LED ışığının olduğu yerlerde internet erişimi sağlayabilecek bir teknolojidir. Wi-Fi teknolojisinin tercih edilmediği veya teknik sebepler nedeniyle kullanılmadığı durumlarda kullanılabilecek bir teknolojidir. Li-Fi teknolojisi kablosuz bağlantı için ışık kullanması ile uçak kabinleri, hastaneler ve tehlikeli ortamlar gibi şu anda Wi-Fi teknolojisini desteklemeyen ortamlarda da bağlantıya izin verecektir.

Gördüğümüz gibi Wi-Fi teknolojisine göre çok daha avantajlı olan Li-Fi teknolojisi

geleceğin teknolojisi olarak adlandırılabilir. Geleceğin teknolojisinin olası kullanım alanlarını :

- Işık ile veri aktarımı sayesinde konum uygulamaları ile kapalı alanlarda çok hassas konumlama, takip gibi işlemleri yapabilir.
  - Süpermarket, müze gibi her ortamda içerik aktarımı gerçekleştirilebilir.
  - Her LED' e özgü resim, müzik, video gibi farklı içerik tanımlamaları yapılabilir.
  - Nesnelerin interneti platformu ve konum tabanlı uygulamaların yazılımında kullanılabilir.
  - Li-Fi teknolojisi ile web tabanlı ve internet üzerinde çalışan cloud uygulama ile lambaların içerikleri yönetilebilir. Ve lamba kullanım oranları, soğuk/ sıcak bölgeler, takip gibi pek çok veri takibi Li-Fi'nın ışık teknolojisinden yararlanması ile gerçekleştirilebilir.
  - Hastane takip sistemlerinde, hasta ziyareti esnasında kişinin verilerine ulaşmak, online güncelleme işlemlerinde Li-Fi teknolojisi ile veri iletimi sağlanabilir.
  - Lojistik veya güvenlik uygulamalarında, kapalı alanlarda insan, araç, malzeme takibi gibi işlemlerde yine Li-Fi teknolojisinden faydalanılabilir.
  - Akıllı şehir çözümlerinde, dışarda bulunan LED aydınlatma yardımı ile internet erişimi, mahallelerde sosyal ağ kurulumu, belediyelerin bilgilendirmelerin yönetimi işlemlerde de Li-Fi teknolojisi ile veri iletimi gerçekleştirilebilir.
- Li-Fi teknolojisi hem kullanım alanının geniş olması hem de Wi-Fi teknolojisine göre birçok avantajı da beraberinde getirmesi ile gelecekte daha çok geliştirilmesi ile Wi-Fi teknolojisinin yerini alabilecek bir teknolojidir.[5]

## 7.1Fiber Optik İletim Sistemi

Fiber optik iletim sisteminin performansı ve güvenilirliği temel olarak kullanılan optik elemanlara bağlıdır. Dolayısıyla optik veri iletim hattında kullanılacak elemanların seçimi sistem tasarımında önemli bir yer teşkil etmektedir. Normal iletim sistemlerinden farklı olarak askeri uçaklarda kullanılan sistemlerin güvenilirliklerinin oldukça yüksek ve ömürlerinin uzun olması istenmektedir. Bu bölümde, optik iletim sistemlerinde kullanılan elemanlar ve aviyonik sistemlerde fiber optik veri hatlarının kapasitelerini ve güvenilirliklerini artıracak yönde kullanılacak elemanların seçimleri ile ilgili bilgi verilmektedir. Şekil 1'de bir fiber optik iletim sisteminin temel bileşenleri görülmektedir. Şekilde de görüleceği üzere fiber kablo girişindeki elektrik sinyalinin bir transduser (led (ışık yayan diyot) lazer diyot) ile optik sinyale dönüştürülmesi gerekmektedir. Alıcı uçta sinyal yarı iletken elemanlar (fotodiyot veya fototransistör PIN diyot, avalanche diyot veya photomultiplier) kullanılarak tekrar optik formdan elektriksel sinyale dönüştürülür. Elde edilen sinyal, sinyal işleyiciden (filtreleme, yükseltme ve muhtemelen sayısal-analog çevirici) geçirilerek bilgi sinyali elde edilir. Fiber optik kablo, dalga kılavuzu gibi bilgiyi minimum güç kaybı ve bozulma ile iletmektedir. İletilecek sinyal ses, görüntü veya sayısal formda olabilir. Fiber kablolar hem sayısal hem de analog sinyali taşıyabilir. Taşıyıcı sinyal bu sinyalle modüle edilerek (genellikle genlik, frekans veya dijital modülasyon) iletim hattına verilir. Fiber optik sistemlerde taşıyıcı sinyal kaynağı olarak led veya lazer diyotlar kullanılmaktadır.[6]



## **5.Kaynakça**

- 1-** <https://akademi.robolinkmarket.com/led-nedir>
- 2-** <https://diyot.net/led>
- 3-** <https://maker.robotistan.com/led>
- 4-** <https://tr.wikipedia.org/wiki/LED>
- 5-** <https://askidaegitim.com/wi-fidan-li-fia>
- 6-** <https://www.odakarge.com/vlc-gorunur-isik-iletisimi-nedir.html>
- 7-**<https://arastirmax.com>