



Bu proje Avrupa Birliđi ve Türkiye Cumhuriyeti  
Tarafından finanse edilmektedir.

# FİBER OPTİK İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ



İNSAN KAYNAKLARININ  
GELİŞTİRİLMESİ  
PROGRAM OTORİTESİ



T.C. ÇALIŞMA VE  
SOSYAL GÜVENLİK  
BAKANLIğI

KOCAELİ  
2016



İZMİT MESLEKİ  
VE TEKNİK  
ANADOLU LİSESİ



KOCAELİ  
BYNSEHİR BELEDİYESİ



KOCAELİ SANAYİ ODASI  
KOCAELİ CHAMBER OF INDUSTRY

- **Bu yayın Avrupa Birliđinin Mali desteğiyle hazırlanmıştır. Yayının içeriğinden yalnız Kocaeli Büyükřehir Belediyesi sorumlu olup, hiçbir şekilde Avrupa Birliđinin görüşlerini yansıtılmamaktadır.**
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan ereve đretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Sektörel Yatırım Alanlarında Genç İstihdamın Desteklenmesi Programı kapsamında gerçekleştirilen FİBER KOCAELİ (Kocaeli Ađ ve Fiber Optik Uzmanı Eğitim Merkezi) Projesi kapsamında ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

**KOCAELİ  
2016**

# İÇİNDEKİLER

## 1. FİBER OPTİK HABERLEŞME

- 1.1. Dünyada ve Türkiye’ de Fiber Optiğin Tarihi Gelişimi;
- 1.2. Fiber Optik Nedir?
- 1.3. Fiber Optik Haberleşme Sisteminin Temel Elemanları
  - 1.3.1. Işık Dalgası
  - 1.3.2. Fiber Optik Spektrumda Haberleşmesinin Yeri
  - 1.3.3. Işığın Dalga Boyu
- 1.4. Işık Kanunları
  - 1.4.1. Yansıma Kanunu
  - 1.4.2. Kırılma Kanunu
  - 1.4.3. Kritik Aç
  - 1.4.5. Tam Yansıma
  - 1.4.6. Kırılma İndisi
- 1.5. Fiber Optik Kablo ve Çalışma Sistemi
- 1.6. Fiber Optiğin Yapısı
  - 1.6.1. Çekirdek (Core) Öz-Nüve
  - 1.6.2. Yansıtıcı (Cladding) Örtü-Yelek
  - 1.6.3. Kılıf (Coating) Koruyucu-Kaplama
- 1.7. Fiber Optik Kabloların Sınıflandırılması
  - 1.7.1. Malzemesine Göre Fiber Optik Kablolar
    - 1.7.1.1. Cam Fiberler
    - 1.7.1.2. Plastik Kaplı Silisyum Fiber
    - 1.7.1.3. Plastik Fiber
  - 1.7.2. İndise Göre Fiber Optik Kablo Çeşitleri
    - 1.7.2.1. Basamak İndisli Kablo (Step - Index Kablo)
    - 1.7.2.2. Dereceli İndisli Kablo (Graded - Index Kablo)
  - 1.7.3. Fiber Optik Işık Moduna Göre:
    - 1.7.3.1. Single Mod (Tekli Mod)
    - 1.7.3.2. Multi Mod (Çoklu Mod)
      - 1.7.3.2.1. Multi Mode Fiber (Step-Index Tipi)
      - 1.7.3.2.2. Multi Mode Fiber (Graded Index Tipi)
- 1.8. Fiber Optik Kablonun Bakır Kablolara Olan Üstünlükleri
- 1.9. Fiber Optik Kablonun Dezavantajları
- 1.9. Fiber Optik Kablonun Teknik Özellikleri
  - 1.9.1. Semboller
  - 1.9.2. Fiber Optik Kablo Tipleri:
    - 1.9.2.1. Yer altı Tip:
    - 1.9.2.2 Havai tip:
- 1.10. Fiber Optik Kablo Elyafın Özellikleri
  - 1.10.1. Fiber Optik Kablonun Özellikleri

- 1.10.1.1. Şerit (Ribon Fiber) Fiber Optik Testleri:
- 1.10.1.2. ITU-T G 652 ve G 655 Fiber Optik Kablonun Teknik Özellikleri
- 1.11. Fiber Optik Kablonun Kullanılma Alanları
- 1.12. Fiber Optik Haberleşme Komponentleri
  - 1.12.1. Pig tail
  - 1.12.2. Adaptör
  - 1.12.3. Ek Korucuyu (Protector)
  - 1.12.4. Patch Cord
  - 1.12.5. Zayıflatıcı (Attenuator)
  - 1.12.6. Bölücü (Splitter)
  - 1.12.7. Patch Panel
  - 1.12.8. Ek Kaseti
  - 1.12.9. Harici Ortam Ek Kutusu
  - 1.12.10. U Link
  - 1.12.11. Gbic
- 1.13. IEC 304 Standartına Göre Fiber Optik Kablo Renk Kodlaması

## **UYGULAMA FAALİYETİ – 1**

### **ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME FAALİYETİ –1**

## **2. FİBER OPTİK EK CİHAZI VE FİBER OPTİK EK YAPMAK**

- 2.1. Fiber Optik Kablo Ek Yapılması
- 2.2. Fiber Optik Ek çeşitleri
  - 2.2.1. Füzyon Ekleme
  - 2.2.2. Mekanik Ekleme
- 2.3. Fiber Optik Kablolarda Kayıplar
  - 2.3.1. Soğurma Kayıpları
    - 2.3.1.1. Morötesi Soğurma
    - 2.3.1.2. Kıızılaltı Soğurma
    - 2.3.1.3. İyon Rezonans Soğurması
  - 2.3.2. Malzeme Rayleigh Saçınım Kayıpları
  - 2.3.3. Yayılma (Dispersiyon ) Kayıpları
  - 2.3.4. Mod
  - 2.3.5. Modal Yayılma
  - 2.3.6. Malzeme Yayılması
  - 2.3.7. Bağlaşım Kayıpları
    - 2.3.7.1. Yanal Ayarsızlık
    - 2.3.7.2. Açısal Ayarsızlık
    - 2.3.7.3. Aralık Ayarsızlığı
  - 2.3.8. Kusursuz Olmayan Yüzey
- 2.4. Bükülme Kayıpları
  - 2.4.1. Saçılma
  - 2.4.2. Absorblama
- 2.5. Mikro bent Kayıpları
- 2.6 Polarization Mode Dispersion (PMD)

## **UYGULAMA FAALİYETİ –2**

### **ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME FAALİYETİ –2**

#### **3. FİBER OPTİK TEST VE ÖLÇÜMLERİ OTDR (Optical Time - Domain Reflectometer)**

- 3.1. Optik zaman alanında Yansıma Ölçer
- 3.2. OTDR ayarları
  - 3.2.1. Darbe Genişliği
  - 3.2.2. Yakalama Zamanı
  - 3.2.3. Yansıma İndeksi (IoR)
- 3.3.P-OTDR
- 3.4. C - OTDR
- 3.5. OTDR Fiber Optik Kayıp
- 3.6. Toplam Fiber Şebeke ve ya Hat Kaybını Hesaplama
- 3.7. Yaklaşık Fiber Uzunluğu
- 3.8. Fiber Optik Ölçümde Kullanılan Cihazlar
- 3.9. Fiber Optik PON Ağları
  - 3.9.1. BPON ( Broadband PON )
  - 3.9.2. GPON ( Gigabit PON )
  - 3.9.3. EPON ( Ethernet PON )
- 3.10. PON Aktif Ekipmanları

#### **UYGULAMA FAALİYETİ – 3**

4. FİBER OPTİK PROJELENDİRME
  - 4.1 Altyapı ve İmalattaki Ana Kalemler
    - 4.2. Yatay Sondaj
      - 4.2.1. Yönlendirilebilir Yatay Sondaj
      - 4.2.2. Yönlendirilemeyen Yatay Sondaj
      - 4.2.3. Köstebek Geçişi Yatay Sondaj
    - 4.3. HDPE Boru Döşenmesi
    - 4.4. İkaz Bandı Serilmesi ve Kapatma
    - 4.5. Menhollerin Yerleştirilmesi
    - 4.6. Akıllı Top Kullanımı (Marker)
    - 4.7. Fiber Optik Kablo Çekilmesi
    - 4.8. Laçka
    - 4.9. Fiber Optik Kablo Ek Yapılması
    - 4.10. Menholde Ek Kutusu Montajı
    - 4.11. Fiber Optik Sonlandırma
    - 4.12. Fiber Optik Testleri (OTDR)
    - 4.13. Kabul İşlemleri
    - 4.14. Fiber Core Planı

#### **UYGULAMA FAALİYETİ – 4**

### **ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME - 4**

## AÇIKLAMALAR

<b>ALAN</b>	Bilişim Teknolojileri
<b>DAL/MESLEK</b>	Ağ İşletmenliği
<b>MODÜLÜN ADI</b>	Fiber Optik İletişim Teknolojileri
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Bu modül, Fiber optik teknolojileri ve çeşitleri hakkında bilginin ve kullanım yerine göre tercih seçeneğinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40 / 32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Bu modül temel network bilgisine sahip olması gerekmektedir.
<b>YETERLİK</b>	Yeni nesil iletişim teknolojilerini tanımak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, haberleşme sistemlerinde fiber optik tekniklerini ve kullanım yerlerine göre çeşitlerini bileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <b>1.</b> Haberleşme sistemlerinde iletişim tekniklerini öğreneceksiniz. <b>2.</b> Fiber optik kablo karakteristiklerini çıkarıp bağlantılarını yapabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam</b> Fiber optik laboratuvarı, işletme, kütüphane, ev, bilgi Teknolojileri ortamı, saha vb. <b>Donanım</b> Fiber optik kablo, Ek cihazı, OTDR, Fiber optik elemanları, projeksiyon cihazı, kataloglar, fiber optik deney setleri, Fiber optik deney seti, adsl modem, çalışma masası, AVO metre, bread board, eğitimci bilgi sayfası
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

Sevgili Öğrenciler,

Günümüz dünyamızda iletişim deyince artık aklımıza ilk olarak internet gelmektedir. Ses, resim, video iletimi internet üzerinden çok rahat bir şekilde gerçekleştirilebilmek için yüksek bant genişliğine ihtiyaç vardır.

Bunların dışında sağlık hizmetleri, bankacılık işlemleri birçok şey internet üzerinden yapılabilmektedir.

İnternete bağlanmak istediğimizde ise karşımıza birden çok seçenek çıkmaktadır. Evimizde, seyahatlerde bile internete bağlanma seçenekleri oldukça fazladır.

Bu teknolojileri abonelere ulaştırmak için çeşitli teknikler de gelişmiştir. Bakır kablolar artık rakipsiz değildir. Gelecekte fiber optik, bakır kablonun yerini alacaktır.

Teknolojik gelişmelerle beraber sistemlerin en iyi olma durumu ortadan kalkmış ortama, zamana ve bütçeye göre iyi olma ve tercih edilme durumu ortaya çıkmıştır.

Bu tercihlerden dolayı teknoloji eskimemekte ve sürekli olarak güncellenmektedir.

Gelişen dünyada iletişim önemli bir faktör olmuş, ülkelerin gelişim ve üretiminde önemli bir rol oynamaktadır. İletişim ağları bir ülkenin omurgasını oluşturmaktadır.

En ufak arızalar bile ülkede kaos ortamı oluşturabilmektedir. Bu sebeple sağlam bir iletişim altyapısı devletlerin olmazsa olmazları arasındadır.

Bu modül de sizlere çeşitli fiber optik teknolojileri çeşitlerini ve fiber optik sistemlerden bahsedilecektir.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Fiber optik teknolojisinin dünyadaki ve ülkemizdeki tarihsel gelişimi ile bugünkü fiber optik uygulama ilkeleri hakkında bilgi sahibi olmak ve fiber optik uygulama ilkelerini öğrenmek.

## ARAŞTIRMA

Bulduğunuz bölgede internetten fiber optik hakkında bilgi edininiz. Gözlemlerinizi rapor haline getirip, sınıfta sununuz.

# 1. FİBER OPTİK HABERLEŞME

## 1.1. Dünyada ve Türkiye’ de Fiber Optiğin Tarihi Gelişimi;

İlk olarak hafif kablo olarak 1842’ de kullanılmıştır. Kablonun yansımalar yaparak bir kablo içerisinde gitmesidir. 1884 yılında Collado’ nun hazırladığı bir makalede geçmektedir. Işığın haberleşmede kullanılması çok eskiye dayanmaktadır. İlk çağlarda itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Kızılderililerin dumanla haberleşmesi bir optik haberleşme yöntemidir. 18.yy sonlarına gelindiğinde Avrupa’da, *semafor* denilen işaret kollarından yararlanan optik, telgraf sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Modern anlamıyla ışığın iletiminden yararlanarak haberleşme sağlama çalışmaları eskiye dayanmaktadır. A. Graham Bell, ses işretlerinin ışık aracılığıyla iletildiği cihaz geliştirmiştir, ancak bu buluş hava koşullarının ışık üzerindeki olumsuz etkisinden dolayı pek uygulanamamıştır. 1870 gösterdiğinde İngiliz Fizikçi John Tyndall, akarsularda tam yansımadan yararlanılarak ışık iletiminin yapılabileceğini göstermiştir. Bu denemeler ancak 1960 yılında lazerin başarılı şekilde denenmesiyle mümkün olmuştur günümüze kadar çeşitli evrelerden geçerek gelmiştir.

Türkiye’ de 3 Mayıs 1909 yılında ilk manuel telefon santrali olarak hayatımıza girmiştir. O günden bugüne birçok yol kat ederek hızla dünya standartlarına göre şekillenmiştir. 2000' lere gelirken Türkiye' de alt yapı bazında fiber kullanımı artmaya başlamıştı.



2004' ten 2012 kadar resmi kurum ve kuruluşlar ile kurumsal müşterilerin yurt çapındaki birimlerinin noktadan noktaya data transferlerini sağlamak için noktadan noktaya DSL hizmetleri verilmeye başlandı.

2016 da GSM şirketleri 4.5G hızında interneti, fiber optik alt yapısı ile vermektedir.

Günümüzde, dünyada bireysel ve kurumsal haberleşmede giderek daha yüksek hızda haber iletimi talebi devam edecektir.

Elektronik sistemlerin bant genişlikleri artık yetersiz duruma gelmiştir. Geniş kapasitelere cevap verebilecek ve yüksek kalitede hizmet sağlayabilecek ekonomik iletişim sistemlerinin gerekli olduğu açıkça ortadadır. Bu yüzden yüksek hızda veri haberleşmesi talebinin karşılanması ancak fiber optik haberleşme alt yapı sistemleri ile olacaktır.

## 1.2. Fiber Optik Nedir?

Fiber optik, ışığı kılavuzlayıp çok uzun mesafelere iletilmesini sağlayan cam veya plastik gibi malzemelerden yapılan bir *transmisyon* ortamıdır.

Bilgi taşıyıcısı olarak ışığın kullanıldığı iletişim sistemleri, son zamanlarda oldukça ilgi görmektedir. Işık dalgalarını yeryüzü atmosferinde yaymak zor ve elverişsizdir. Bundan dolayı, günümüzün önde gelen çeşitli ve geliştirme laboratuvarlarında, bir ışık dalgasını ve bu dalgayı bir kaynaktan bir varış yerine göndermek üzere cam ya da plastik fiber kabloların kullanıldığı sistemlerle ilgili araştırmalar yapılmaktadır. Gündümlü fiber optik aracılığıyla bilgi taşıyan iletişim sistemlerine *fiber optik sistemler* denir.

## 1.3. Fiber Optik Haberleşme Sisteminin Temel Elemanları

Fiberin çalışma prensibi temel optik kurallarına dayanır. Bir ışın demeti az yoğun bir ortamdan daha yoğun bir ortama geçerken geliş açısına bağlı olarak yansınması (*tam yansıma*) ya da kırılarak ortam dışına çıkması mantığına dayanmaktadır.

### 1.3.1. Işık Dalgası

Işık dalgası çok yüksek frekanslı bir elektromanyetik sinyaldir. Fiber optiğin performansı, *Maxwell* denklemlerini uygulamak sureti ile tamamıyla analiz edilebilse de, bu oldukça karmaşık bir yöntemdir. *Maxwell* denklemleri, yerine geometrik ışın izleme yöntemi de kullanılabilir.

Işık, nüve içinde dereceli indis fiber gibi sinüs dalgaları çizmek yerine tam yansıma kurallarına bağlı zikzaklar çizerek ilerlemektedir.

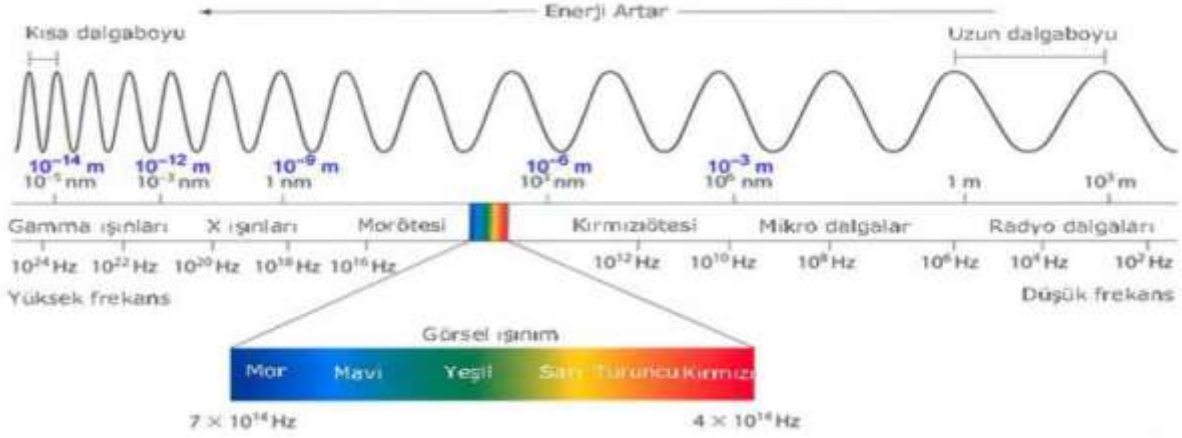
Işık dalga sistemlerinde, ışık frekansındaki elektromanyetik dalgalar fiber optik kablo içerisinden bilgi taşır.



Şekil: 1.1 Işık

### 1.3.2. Fiber Optik Spektrumda Haberleşmesinin Yeri

Optik spektrumda fiber optik haberleşme aralığı ( $1,6 \mu\text{m}-0,6\mu\text{m}$ ) dalga boyları arasındadır. En fazla kullanılan fiber optik dalga boyu  $1,3 \mu\text{m}$ 'dir. Görünür ışık dalga boyu aralığı ( $700 \text{ nanometre} - 400 \text{ nanometre}$ ) dalga boyları arasındadır.



Şekil: 1.2 Fiber ışık yeri

### 1.3.3. Işığın Dalga Boyu

Dalga boyu, bir dalga örüntüsünün tekrarlanan birimleri arasındaki mesafedir. Yaygın olarak Yunanca lamda ( $\lambda$ ) harfi ile gösterilmektedir. Dalga boyu frekans ile ters orantılıdır, dolayısıyla dalga boyu uzadıkça frekans azalır.

Üstü ifade	Frekans	Kısaltma	Üstü ifade	Dalga boyu	Kısaltma
$10^0$	Hertz	Hz	$10^0$	Metre	m
$10^3$	KiloHertz	KHz	$10^{-3}$	Milimetre	mm
$10^6$	MegaHertz	MHz	$10^{-6}$	Mikrometre	$\mu\text{m}$
$10^9$	GigaHertz	GHz	$10^{-9}$	Nanometre	nm
$10^{12}$	TeraHertz	THz	$10^{-10}$	Angstrom	$\text{Å}$
$10^{15}$	PetaHertz	PHz	$10^{-12}$	Pikometre	pm
$10^{18}$	ExaHertz	EHZ			

Şekil: 1.3 
$$\text{dalga boyu} = \frac{\text{ışık hızı}}{\text{frekans}} \quad \lambda = \frac{c}{f}$$

### 1.4. Işık Kanunları

Işık iletim ortamında ilerken belirli kurallara göre hareket eder. Bu kurallar ışığın davranışına göre kablo özelliklerini ve hat özelliklerini belirlememizi sağlar.

Işığın kanunları;

- Işık düz çizgiler hâlinde doğru yolla hareket eder.
- Işık bir cisme çarptığında, çarptığı cismin özelliğine oranla bir yansıma (reflection) yapar.
- Parlak ve düzgün yüzeylerden daha fazla yansır.
- Saydam cisimlerden ışık geçer.
- Işık elektromanyetik bir dalgadır.
- Işığın hızı  $3 \times 10^8$  m/s'dir.
- Işık en hızlı havada, sonra sıvıda en yavaş saydam olmayan katıda yayılır.
- Işık elektrik ve manyetik alandan etkilenmez.
- Işık ışınları birbiri içinden geçebilir.
- Işığın soğuran cisimler ışınır.
- Yansıma, kırılma, aydınlanma ve basınç oluşturabilir.

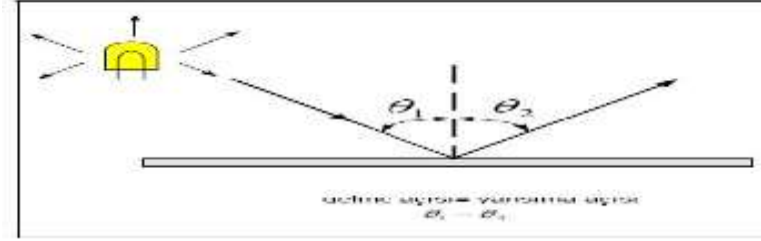
Her saydam nesne bir kırılma indisine sahiptir. Her saydam cisim içinden geçen ışık ışınları bütün saydam cisimlerde aynı oranda kırılmaya uğramaz. Işığın kırılma oranı kırıldığı maddenin yoğunluğuna bağlıdır.

Işık, bir enerji türü olup hem boşlukta hem de hava, su, cam gibi maddesel ortamlarda dalgalar hâlinde yayılmaktadır. Örnek olarak ışık yaklaşık 300000 km/s, su içinde ise yaklaşık 225000 km/s hızla yayılır. Işığın tanecik gibi davrandığını kabul eden optiğin dalına *geometrik optik* denir.

Geometrik optikte ışığın doğrular boyunca ışınlar hâlinde yayıldığı kabul edilmektedir. Işığın yayılma yollarını belirten bu doğrulara *ışık ışınları* denir.

### 1.4.1. Yansıma Kanunu

Işığın bir yüzeye çarpıp geri dönmesine *yansıma* denir. Yansıtıcı parlak bir yüzeyde ışığın gelme açısı, yansıma açısına eşittir.



Şekil: 1.4

### 1.4.2. Kırılma Kanunu

Işık, çok yoğun (*kırılma indisi daha büyük olan*) bir ortamdaki az yoğun (*kırılma indisi daha küçük olan*) bir ortama geçerken, normal çizgisi denilen düzleme dik çizgiden uzaklaşarak yoluna devam eder. Ortamın kırılma indisi ( $n$ ) ışığın ortamdaki hızı ile ters orantılıdır.

$$n = \frac{c_{\text{hava}}}{c_{\text{madde}}} \quad n = \frac{\text{Işığın havadaki hızı}}{\text{Işığın maddeadaki hızı}}$$



Şekil: 1.5

Bir ışık ışınının, farklı kırılma indislerine sahip iki geçirgen ortamın sınırına geldiğinde nasıl hareket ettiği Snell yasası ile açıklanabilir. Buna göre;

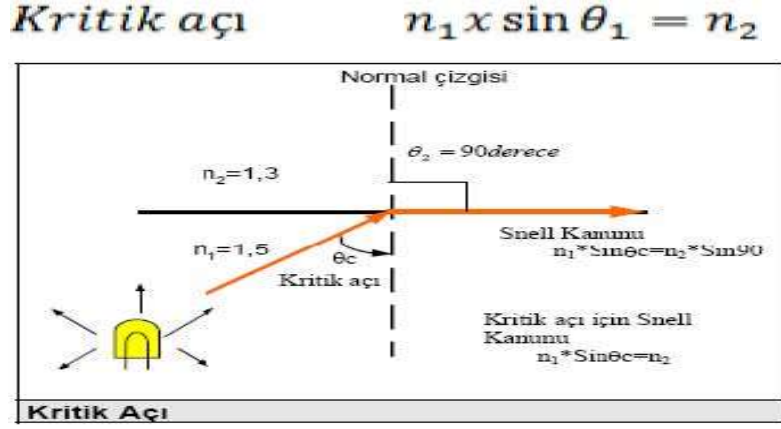
Snell Kanunu	$n_1 * \text{Sin} \theta_1 = n_2 * \text{Sin} \theta_2$
	$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\text{Sin} \theta_2}{\text{Sin} \theta_1}$

$n_2$  küçülürse  $\theta_2$  açısının büyümesi gerekir  
 $n_1$  büyürse  $\theta_1$  açısının küçülmesi gerekir

Şekil: 1.6

### 1.4.3. Kritik Açı

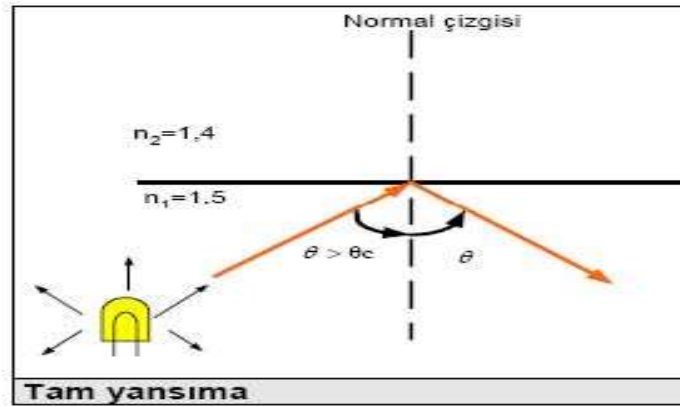
Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama giden ışığın kırıldıktan sonraki yansıma açısının  $90^\circ$  derece olduğu gelme açısına *kritik açı* denir.



Şekil: 1.7

### 1.4.5. Tam Yansımaya

Kritik açıdan daha büyük bir gelme açısı ile çok yoğun ortamdan az yoğun ortama giden ışık ikinci ortama geçemez. Bu durumda gelme açısı yansıma açısına eşit olur ve tam yansımaya gerçekleşir.



Şekil: 1.8

### 1.4.6. Kırılma İndisi

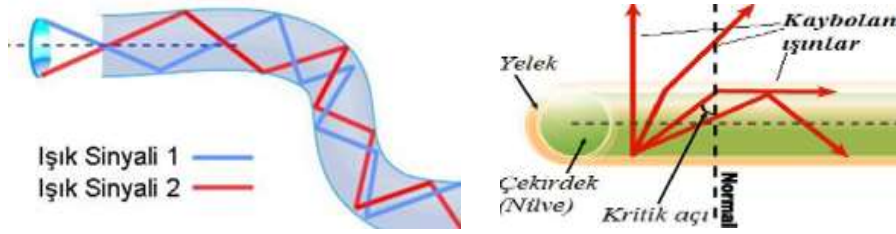
İndis, bir ışık ışınının madde içerisinde ilerlemesine gösterilen zorluk katsayısıdır. Işığın boşluktaki hızının madde içerisindeki ışık hızına oranına kırılma indisi denir. N harfi ile gösterilir ve aşağıdaki formül ile gösterilir.  $N = c/v$   $c$ : Boş alanda ışık hızı  $v$ : Belli bir ortamda ışık hızı

## 1.5. Fiber Optik Kablo ve Çalışma Sistemi

Fiberin çalışma prensibi, temel optik kurallarına dayanır. Bir ışın demeti az yoğun bir ortamdan daha yoğun bir ortama geçerken geliş açısına bağlı olarak yansıması (tam yansımaya) ya da kırılarak ortam dışına çıkması mantığına dayanır.

Fiber optik haberleşme için kullanılan başlıca aşağıdaki ışık kaynakları kullanılmaktadır.

- Lazer Diyot, çok eklemli (*heterojunction*) biçimlendirilmiş yarı iletken diyottur.
- LED (*Light-Emitting Diode*), ışık yayan diyottur.  
Böylelikle kullanılan ışık demeti;
- Yeterli çıkış gücü,
- Doğrudan modüle edilebilme,
- Yüksek verim,
- Optik fiberle uyumlu boyut karakteristiklerinden dolayı kullanılır.  
LED ve Lazer diyotlar arasındaki temel farklar ise;
- LED, lazer diyottan alınan optik sinyal koherent ışıktır.
- Koherent kaynak optik sinyal, bir optik rezonatör (optical cavity) içerisinde üretilir. (Spektral genişliği dar olan ışıktır)
- Fiber optik haberleşme uygulamalarında kullanılan LED' ler:
- Yüksek radyan çıkış açısına,
- Yüksek tepki hızına,
- Yüksek kuantum verimine sahip olmalıdır.



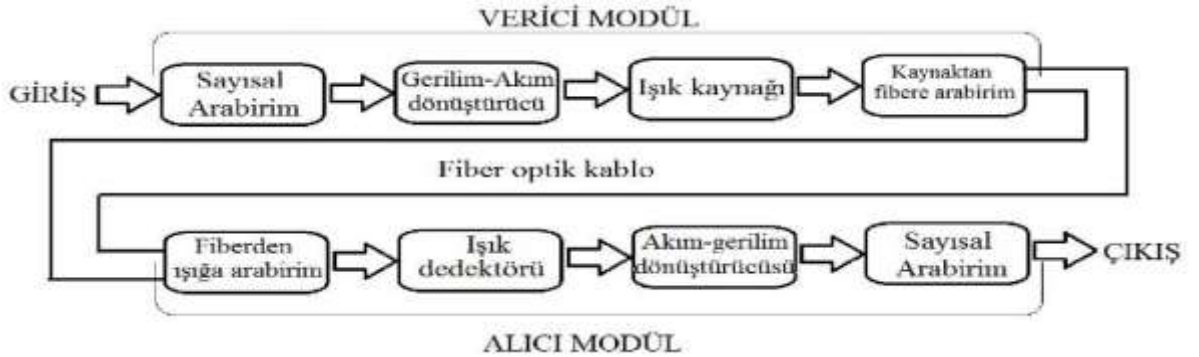
Şekil: 1.9

#### Verici şunlardan oluşur:

- Analog ya da sayısal arabirim
- Gerilim-akım dönüştürücüsü
- Işık kaynağı
- Kaynaktan - fibere ışık bağlayıcı

#### Alıcı şunlardan oluşur:

- Fiberden ışık dedektörüne bağlaşım aygıtı
- Foto dedektör
- Akım-gerilim dönüştürücüsü
- Analog ya da sayısal arabirim

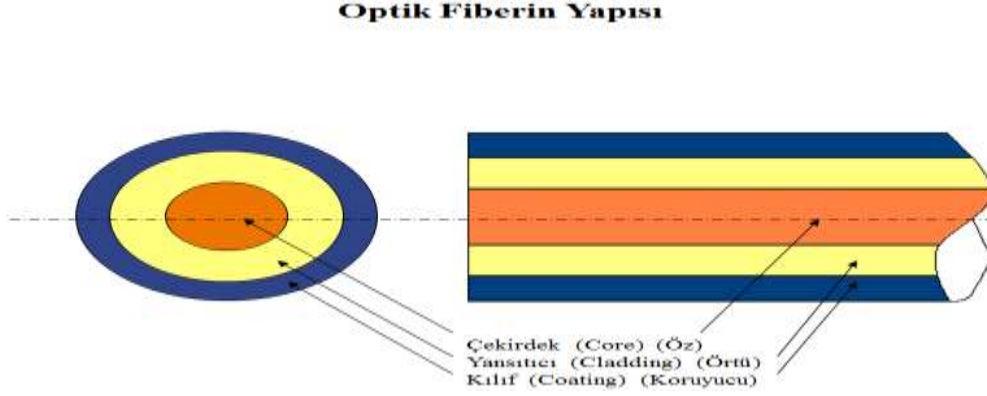


Şekil: 1.10

Fiber optik bir iletişim hattının basitleştirilmiş blok diyagramını göstermektedir. Hattın üç asal ögesi, verici, alıcı ve fiber kılavuzdur.

## 1.6. Fiber Optiğin Yapısı

Fiber optikkablo çekirdek, yansıtıcı ve kılıftan oluşur.



Şekil: 1.11

### 1.6.1. Çekirdek (Core) Öz - Nüve

Fiber içinde en içte yer alan ve saf camdan yapılmış olan, ışığı taşıyan kısımdır. Belirli sınırlar içinde eğilmesi için esnek yapılmıştır. Çalışma moduna göre 8 mikrometre ile 100 mikrometre arasında kalınlığı değişmektedir.

### 1.6.2. Yansıtıcı (Cladding) Örtü-Yelek

Tipik olarak 125 mikrometre çapında nüveyi saran ve fibere enjekte edilen ışının nüveden çıkmasını engelleyen kısımdır, aynı nüve gibi camdan yapılmıştır. Fakat indis farkı olarak yaklaşık %1 oranında daha azdır bu indis farkından dolayı ışık ışını nüveye enjekte edildikten sonra kılıfa geçmez. Işın kılıf nüve sınırından tekrar nüveye döner. Yansımalar dizisi hâlinde nüve içerisinde ilerler.

### 1.6.3. Kılıf (Coating) Koruyucu - Kaplama

Optik bir özelliği olmayan kaplama polimer veya plastik olabilir. Bir veya birden fazla katmanı olabilir. Optik bir özelliği yoktur sadece fiberi darbe ve şoklardan korur.



Şekil: 1.12

## 1.7. Fiber Optik Kabloların Sınıflandırılması

### 1.7.1. Malzemesine Göre Fiber Optik Kablolar

### 1.7.1.1 Cam Fiberler

Nüvesi ve kılıfı camdan imal edilir. Veri iletimi açısından en iyi performansı gösterir. Yapımında kullanılan cam ultra saf silikon dioksit veya kuartz kristalidir. İmalat aşamasında indisi azaltmak için, flor veya bor, indisi artırmak için, germanyum veya fosfor ile katkılanır.

### 1.7.1.2. Plastik Kaplı Silisyum Fiber

Cam nüveye plastik kılıfa sahiptirler. Fiyat olarak cam fiberlere göre daha ucuz ama performans açısından daha verimsizdir.

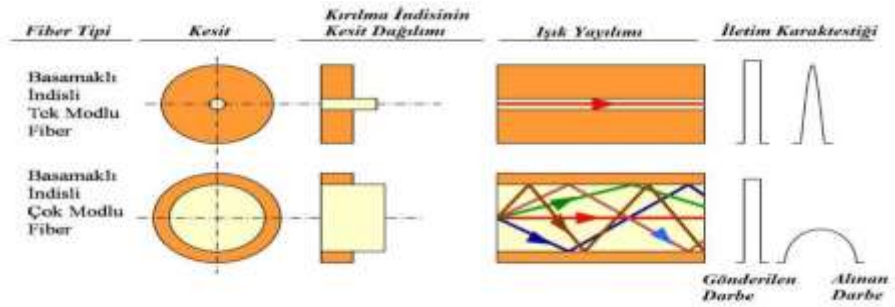
### 1.7.1.3. Plastik Fiber

Nüvesi de kılıfı da plastiktir. En ucuz fiber tipidir. Performansı en zayıf fiyatı en uygun fiberdir. Genelde kaplamaları yoktur. Kısa mesafe iletişimi için uygundur.

## 1.7.2. İndise Göre Fiber Optik Kablo Çeşitleri

### 1.7.2.1. Basamaklı İndisli Kablo (Step - Index Kablo)

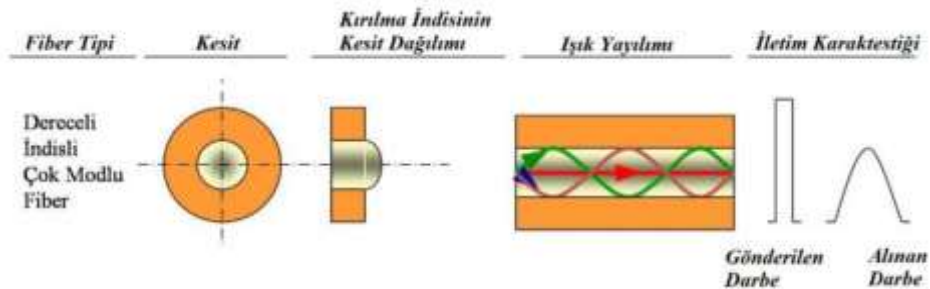
Basamaklı indisli fiber, sabit kırılma indisli merkezi bir çekirdeğe sahiptir. Nüvenin çevresi, sabit ve merkezi nüvenin kırılma indisinde daha düşük bir kırılma indisine sahip, harici koruyucu zarfla sarılmıştır.



Şekil: 1.13

### 1.7.2.2. Dereceli İndisli Kablo (Graded - Index Kablo)

Aynı kesit dereceli indis fiberden alınacak olursa nüvenin dışı doğru tıpkı bir dış büküye mercek gibi yay çizdiği görülür. Nüvenin çok sayıda farklı yoğunluklarda cam tabakadan oluşmasıdır. İndis katsayısı dışı doğru azalmaktadır. Bu durumda ışık nüve içerisinde kabaca bir sinüs dalgası çizerek ilerler.

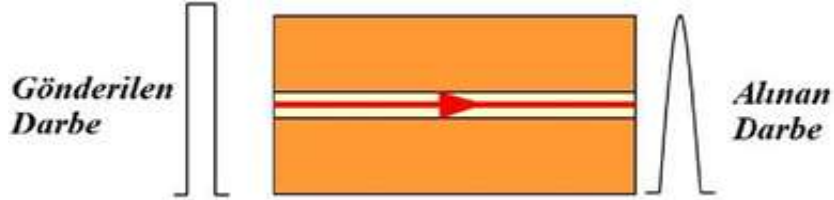


Şekil: 1.14

### 1.7.3. Fiber Optik Işık Moduna Göre:

#### 1.7.3.1. Single Mod (Tekli Mod)

Tekli moda ek bir ışık ışını ile bilgi gönderilir.  $10\mu\text{m}$  nüve çapına ve  $125\mu\text{m}$  yelek çapına sahiptir. Bu tip kabloyu kullanan haberleşme sistemlerinin çoğunda tekrarlama ihtiyacı duyulmadan 500 km'ye kadar 1Gbit/sn hızla bilgiler iletilebilir. Single mod fiberler için ortalama zayıflatma  $0,25\text{ dB/km}$  dir. Özelliği ise kablonun nüve çapı küçüktür.



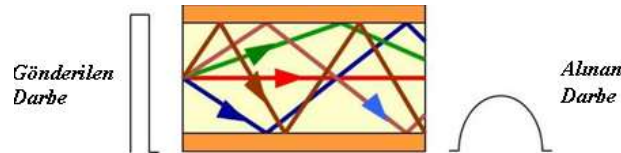
Şekil: 1.15

#### 1.7.3.2. Multi Mod (Çoklu Mod)

Çoklu mod da birden fazla ışık bilgi gönderilir.  $50\mu\text{m}$  nüve çapına ve  $125\mu\text{m}$  yelek çapına sahiptir. Bu tip kabloyu kullanan haberleşme sistemlerinin çoğunda tekrarlama ihtiyacı duyulmadan 50 km'ye kadar 300 Mbit/sn hızla bilgiler iletilebilir. Multi mod fiberler için ortalama zayıflatma  $2,5\text{ dB/km}$ ' dir. İki tip optik fiber vardır.

##### 1.7.3.2.1. Multi Mode Fiber (Step-Index Tipi)

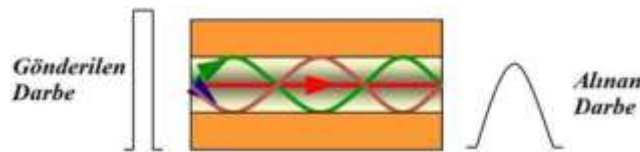
Işığın tümü tek bir yol üzerinde hareket eder. En yüksek kapasitedeki bilgi multi mode fiberden daha iyi iletir. Çünkü sinyalin yayılması ve clad' a çarparak ilerlemesi yoktur.



Şekil: 1.16

##### 1.7.3.2.2. Multi Mode Fiber (Graded Index Tipi)

Işık çoklu yol üzerinden hareket eder. Veri alma ve gönderme tekli mod da fibere göre daha yavaş ve kısa mesafelidir.



Şekil: 1.17



## 1.8. Fiber Optik Kablonun Bakır Kablolara Olan Üstünlükleri

- Fiber optik, yüksek bant genişliği kapasitesine sahiptir.
- Fiber optik, kablolarda sinyal zayıflaması daha azdır.
- Fiber optik, kablolar hafif ağırlığa sahiptir.
- Fiber optik, kablonun malzemesi cam ve plastiktir. Dolayısıyla bakır kablolardan çok daha hafiftir.
- Fiber optik, kablo boyutu küçüktür.
- Fiber optik, kablonun çapı elektrik kablosundan kat kat küçüktür.
- Fiber optik, kablo çapı yaklaşık 100 mikro metredir.
- Fiber optik, kablo çapı, insan saç telinin çapından yaklaşık 2 kat büyüktür.
- Fiber optik kablo bilgi iletiminde daha güvenlidir. Fiber optik kabloda bilgi kolayca yakalanamaz.
- Fiber optik, kablo gürültüden ve elektromanyetik dalgalardan etkilenmez.
- Elektrik akımı taşımadığı için çarpılma tehlikesi yoktur.

ORTAM	BİT ORANI (Mbps)	SES KANALI	TEKRARLAYICI BOŞLUĞU (km)
KOAKSİYEL BAKIR	1,5	24	1 - 2
	3,1	48	
	6,3	96	
	45	672	
	90	1344	
FİBER OPTİK	45	672	6-15 ÇOK MODLU 30 -40 TEK MODLU
	90	1344	
	180	2688	
	405 – 435	6048	
	565	8064	
	1700	24192	

Şekil: 1.17 Fiber optikle koaksiyel kablolar arasındaki bant aralığı farkı

## 1.9. Fiber Optik Kablonun Dezavantajları

- Uzun mesafe irtibatlarında ise fiber optik sistemler konvansiyonel fiber ve bakır kabloların ekonomik karşılaştırılmasında bant genişliği veya kanal maliyeti de dikkate alınmalıdır.
- Lokal şebekelerde fiber optik kabloya olan ihtiyaç fazla olmadığından lokal şebekede kullanılacak teçhizat geliştirme çalışmaları yavaş yavaş yürütülmektedir. Mevcut teçhizatlar ise çok pahalıdır.

## 1.9. Fiber Optik Kablonun Teknik Özellikleri

### 1.9.1. Semboller

F:Fiber O:Optik Y:Yeraltı H:Havai R:Ribon K:Karma PE: Polietilen MD: Orta yoğunluk HD: Yüksek yoğunluk

Örnek:



## 1.9.2. Fiber Optik Kablo Tipleri

### 1.9.2.1. Yer altı Tip

4 FO-Y, 6 FO-Y, 12 FO-Y, 24 FO-Y, 36 FO-Y, 48 FO-Y, 48 RFO-Y, 48 KFO-Y, 60 FO-Y, 60 RFO-Y, 60 KFO-Y, 96 FO-Y, 96 RFO-Y, 96 KFO-Y, 144 FO-Y, 144 RFO-Y, 144 KFO-Y, 192 FO-Y, 192 RFO-Y, 192 KFO-Y

### 1.9.2.2 Havai Tip

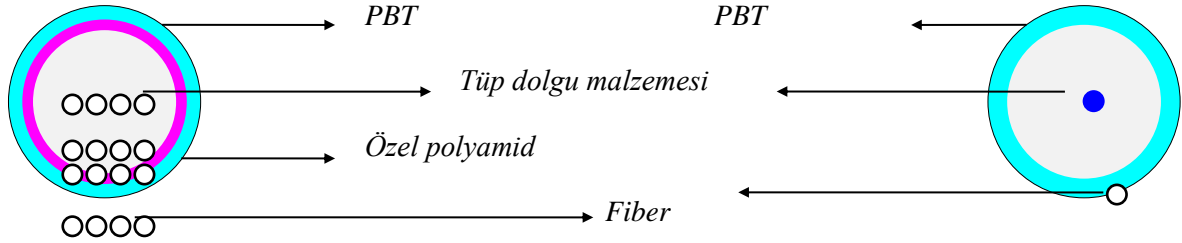
4 FO-H, 6 FO-H, 12 FO-H, 24 FO-H, 36 FO-H, 48 FO-H

## 1.10. Fiber Optik Kablo Elyafın Özellikleri

### 1.10.1. Fiber Optik Kablonun Özellikleri

Optik iletimi sağlayacak fiber, tek modlu (single mode) olacaktır.

#### FİBER TÜP:



İki tabakalı tüp

Tek tabakalı tüp

Fiber Tüp Kesiti

Şekil: 1.18

### 1.10.1.1. Şerit (Ribon Fiber) Fiber Optik Testleri:

Fiber elyafa aşağıda özellikleri belirtilen testler uygulanır.

<b>Özellikler:</b>	<b>Test Yöntemi</b>
Mod Alan Çapı (Mode field diameter)	IEC793 1.C9B
Zayıflama (dB/km)	IEC793 1.C1/C2
Kromatik Saçılma (Chromatic Dispersion)	IEC 793 1.5A
Dalga Boyu Kesimi (Cut-off Wavelength)	IEC 793 C
Yakın Alan Dağılımı (Reflected Near Field Distribution)	IEC 793 .1.A2

Şekil: 1.19

## 1.10.1.2. ITU-T G 652 ve G 655 Fiber Optik Kablonun Teknik Özellikleri

OPTİK, GEOMETRİK ve MEKANİK ÖZELLİKLER	BİRİMİ	IŞIK DALGA BOYU				
		1310 nm		1550 nm		
		G 652	G 655	G652	G 655	
Zayıflama(*)	Maksimum	dB/km	≤ 0.40	□ ≤ 0.40	≤ 0.22	≤ 0.22
	Ortalama	dB/km	≤ 0.36	□ ≤ 0.36		
Mode Alan Çapı (Mode Field Diameter)		µm	8.2± 0.5	9.2 ≤ ≤ 10		
Kromatik Saçılma		ps/(nm x km)	≤ 3.5	≤ 185	≤ 18	≤ 3.5
Örtü tabakanın(Cladding) çapı		µm	125± 2	125± 2		
Core /Cladding eş merkezlik hatası		µm	1	2		
Saçılmanın 0 noktaları		Nm	1300 ≤ ≤ 1324	1530 ≤ ≤ 1565		
Örtü tabakanın (Claddingin) ovalliği		%	2	6		
Birinci kaplamanın(Coating) çapı		µm	250±15	245±10		
Dalga Boyu kesimi (□, □) (Cut Off Wavelength)		Nm	1150 ≤ ≤ 1270	≤ 1480		
Bükülme Kaybı;(30 mm yarıçaplı makaraya 100 tur sarılı iken kayıp)		dB			≤ 0.2	≤ 0.2
Deneme gerilme kuvveti (Proff Test)		N	8.4	8.4		
Deneme gerilmesi (Proff Test strain)		%	1.00	1.00		
Depolama ve Taşıma sıcaklığı		°C	-40 ≤ ≤ +80	-40 ≤ ≤ +80		
Tesis sıcaklığı		°C	0 ≤ ≤ +50	0 ≤ ≤ +50		

Dalga boyu (nm)	Frekans aralığı (THz)	Band Etiketi	Fiber type	Uygulama
820 to 900	366 to 333		Multimode	LAN
1280 to 1350	234 to 222	<b>S</b>	Single mode	Various
1528 to 1561	196 to 192	<b>C</b>	Single mode	WDM
1561 to 1620	185 to 192	<b>L</b>	Single mode	WDM

Şekil: 1.20

## 1.11. Fiber Optik Kablonun Kullanılma Alanları

- Zayıflamanın az, bant genişliğinin büyük, kanal başına düşen maliyetin düşük olması nedeni ile uzun mesafeli büyük kapasiteli haberleşme sistemlerinde ve orta mesafeli küçük kapasiteli sistemlerde,
- Hem örneksel hem sayısal iletme olanak sağlaması ve geniş bantlı servis verebildiğinden özellikle santraller arası (jonksiyonlu) bağlantıda,
- Düşük kayıp, yüksek hız nedeni ile bina içlerindeki iletim sistemlerinde (plastik fiberlerle),
- Kapalı devre televizyon, kamera sistemlerinde,
- Veri iletiminde,
- Elektronik aygıtların birbirleriyle bağlantısında,
- Havacılık alanında (radar), yüksek hız gerektiren aygıtlar arası ve uçak iç donanımlarında,
- Demiryolu elektrifikasyon ve sinyalizasyon uygulamalarında,

- Yüksek gerilim iletkenlerinin içine fiber damarlar yerleştirilerek iletkenlerin, enerji taşırken aynı anda haberleşmeyi de sağlamasında,
- Trafik kontrol sistemlerinde,
- Reklam panolarında,
- Tıp alanında kullanılan aygıtlarda,
- Nükleer enerji santrallerin ve radyo aktif ışınların iletişimi bozduğu yerlerde kullanılırlar.

## 1.12. Fiber Optik Haberleşme Komponentleri

Aşağıdaki şekillerde fiber optik kablonun konektörleri görülmektedir.



Şekil: 1.21

### 1.12.1. Pig tail



Kablonun ara bağlantı kabloları için uçlandırılması için kullanılır.

### 1.12.2. Adaptör



Pig tail ile bağlantı kablosunun birbirine bağlamak için kullanılır.

### 1.12.3. Ek Korucuyu (Protector)



Fiber kablonun sonlandırılmasında ek noktasını koruması için kullanılır.

#### 1.12.4. Patch Cord



Aktif cihazlar ile sonlandırılmış fiber kablonun bağlantısı için kullanılır çeşitli tipleri vardır.

#### 1.12.5. Zayıflatıcı (Attenuator)



Fiber optik zayıflatıcı kablonun içinden gelen sinyalin sinyal seviyesinin düşürülmek istendiği noktalarda kullanılır.

Optik zayıflatıcı; sistemin çalışma sınırından daha çok, gelen optik gücünü düşürmek için kullanılır. Zayıflatıcılar sinyali 0-25 dB' ye kadar zayıflatır.

Zayıflatma gelen ışık ile giden ışık arasındaki geçiş aralığını azaltarak veya çoğaltarak geçen ışığın miktarını ayarlama ilkesine dayanır. İstenilen zayıflatma değeri (sistemin çalışma sınırları) elde edilince zayıflatıcı üzerindeki ayar vidası ile sabitlenir. Yapısı çift konnektörlü olup optik ara bağlantı kablosu(pig-tail) gibidir.

#### 1.12.6. Bölücü (Splitter)



Fiber optik bölücülerdir kablonun kollarının çoğullamak için kullanılır.

#### 1.12.7. Patch Panel



Fiber kablonun sonlandırılması için kullanılan metal ya da plastik kutulardır.

### 1.12.8. Ek Kaseti



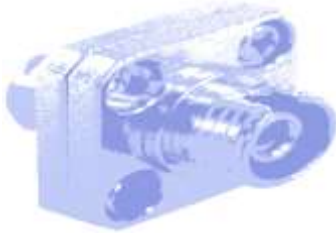
Fiber optik kablonun ek yapılması için özel yatakları ve tasarımı olan plastik aksesuarlardır.

### 1.12.9. Harici Ortam Ek Kutusu



Fiber optik kablonun dış ortamlarda eklenmesi ya da uçlanması için kullanılır.

### 1.12.10. U Link



Konektörleri veya çıplak fiber adaptörlerini (fiziksel olarak) karşı karşıya getirerek ışıksal sinyalin bir noktadan diğer bir noktaya geçişini sağlayan malzemedir.

Bu geçiş, bir damardan diğer bir damara, damar ile sistem arasında veya ayrı iki sistem arasında olabilir. Sabit ve esnek olarak kullanılabilen değişik yapıda olanları bulunmaktadır.

### 1.12.11. Gbic



Fiber optik kablonun swicche bağlantısını yapar.

## 1.13. IEC 304 Standartına Göre Fiber Optik Kablo Renk Kodlaması

Fiber numarası	Fiber rengi	Ral Num.
1	Kırmızı	3000
2	Yeşil	6018
3	Mavi	5015
4	Sarı	1021
5	Beyaz	9010
6	Gri	7000
7	Kahverengi	8003
8	Mor	4005
9	Turkuaz	6027
10	Siyah	9005
11	Turuncu	2008
12	Pembe	3015

Buffer tipi	Buffer rengi	Ral Num.	Fiber tipi
Sayı buffer	red	3020	hepsi
Yön buffer	green	6018	hepsi
Takip Buffer	white	9016	E9/125
	bright green	6019	G50/125
	blue	5015	G62/125
Kör eleman	black	9005	

Şekil: 1.21

## UYGULAMA FAALİYETİ – 1

Fiber optik kablo, haberleşme komponentlerini inceleyiniz.  
Fiber kabloyu soyunuz.

### MALZEME LİSTESİ

- Fiber optik kablo, Kablo soyucu, Maket bıçağı, Alkollü bez, Islak Mendil

İşlemler	Tavsiyeler
Fiber kabloyu alınız. Fiber kabloyu maket bıçağı ile kesiniz. Fiber kablo soyucu ile ayırınız.	İş güvenliği tedbirlerini almanız gerekmektedir. Fiber kabloyu keserken dikkat ediniz.

### KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme	E	H
Kabloyu soyabildiniz mi?		
Fiber optik çekirdeği gördünüz mü?		

### DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise Ölçme ve Değerlendirmeye geçiniz.



# ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME FAALİYETİ – 1

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Fiber optik kablonun temel ögesi nedir?  
A) Cam B) Bakır C) Su D) Hiçbiri
2. Fiber optik sistemlerde ışığın hangi özelliği en az etkilidir?  
A) Işığın doğrusal yolla yayılması  
B) Işığın elektrik ve manyetik alandan etkilenmesi  
C) Işığın soğuran cisimlerin ışıması  
D) Işığın yüksek hızlı olması
3. Fiber optik sistemlerde kullanılan ışık grubu hangisidir?  
A) Mor ötesi ışınlar B) Kıızılötesi ışınlar C) Görünür ışık D) Gama ışınları
4. Fiber optiğin kullanım alanlarından değildir?  
A) TV sistemlerinde B) Tıp alanında C) Havacılık alanında D) Entegre yapımında
5. Aşağıdakilerden hangisi fiber optik kablonun geleneksel (bakır) kablolara olan üstünlüklerinden değildir?  
A) Fiber optik kablolarda sinyal zayıflaması daha azdır.  
B) Yüksek bant genişliği kapasitesine sahiptir.  
C) Ekonomiktir.  
D) Fiber optik kablonun malzemesi cam ve plastiktir.
6. Hangisi fiber optik kablonun yapışında bulunmaz?  
A) İletken B) Çekirdek C) Yelek D) Kaplama
7. Hangisi fiber optik iletişim hattının verici kısmında bulunmaz?  
A) Işık kaynağı B) Işık dedektörü C) Gerilim akım dönüştürücü D) Hiçbiri
8. Bir ışık ışınının madde içerisinde ilerlemesine gösterilen zorluk katsayısına nedir?  
A) İndis B) Yansıma C) Kırılma D) Kritik açı
9. Işık hangi ortamda en hızlı olarak ilerler?  
A) Hava B) Cam C) Uzay D) Su
10. Fiber optik bağlantı noktasında hangisine dikkat edilmez?  
A) Toz, nem B) Işık kaçakları C) Elektrik bağlantısı D) Hepsisi

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirmeye geçiniz

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2

### AMAÇ

Katılımcıların fiber optik ek yapma temel prensiplerini kavramalarını sağlamaktır.

### ARAŞTIRMA

- Piyasada fiber optik ek cihazları İncele yapınız. İnceleme sonuçlarını rapor hâline getiriniz ve sununuz.

## 2. FİBER OPTİK EK CİHAZI VE FİBER OPTİK EK YAPMAK

### 2.1. Fiber Optik Kablo Ek Yapılması

Sonlandırma işlemine başlamadan önce yapılması gerekenler;

- Sonlandırma yapılacak hat ya da yer için elimizde bir topoloji ya da plan oluşturmak ya da temin etmek.
- Yapılmış olan kablolanmanın ve kablo paylarının mümkünse kontrol edilmesi.
- Sonlandırma yapılacak yerin kabin veya duvar tipi sonlandırma kutusu vb. montajının sağlamlık kontrolü.
- Yapılacak sonlandırmaya göre elimizde bulunan ekipmanların kontrolü.
- Yukarıdaki 4 adım kontrol edildikten sonra sonlandırma işlemi için gerekli olan ekipmanlar:

Fiber Optik Ek Sonlandırma cihazı ( fusion splicer ):



Fiber optik kesici ( cleaver )



Fiber Optik Core Sıyrıcı ( Stripper )



Kablo soyucu



Maket Bıçağı



Temizleyici solüsyon ( tiner, mazot, vb. kimyasal temizleyiciler)Saf alkol

Fiber ek yapma işlemi;

**Adım 1:** Fiberin hazırlanışı; Koruyucu kaplamaların, kablo kılıflarının, gevşek tüplerin, güçlendirme elemanlarının sıyırılması.



**Adım 2:** Ek koruyucununun takılması

**Adım 3:** Fiberi pamuksuz mendil ile ve Isopropil alkol ile temizliğin sesini duyana kadar temizleyiniz

**Adım 4:**Fiberin kesilmesi:

Fiberin düzgün kesilmesi iyi bir ek için en temel gereksinimdir. Aşağıda fiberin bir cleaver ile kesildiği ve kesilmediği durumlar yer almaktadır.

**Adım 4:**

Fiberin Kesilmesi..



1 Kesicinin kapağını açınız.



2 Fiber kabloyu fiber adaptör yuvasına yerleştiriniz.



3 Kesicinin kapağını kapayınız.



4 Kola basarak, aşağı itiniz. Bu şekilde, fiber kesilmiştir.



5 Kesilen fiberi çıkarınız.

**Adım 5:**Fiberin Eklenmesi.

Fiberleri merkezledikten sonra ek cihazı; elektrotları arasında fiberleri eritecek bir ark oluşturur ve erimiş fiberleri birbirine veya birine doğru iterek ekler.

Füzyon cihazı; eki cihazdan çıkarmanızı uyararak *OK* sinyalini vermeden önce ek kaybını ve ek çekme dayanımını test eder.



**Adım 5:**

Fiberin Ek Cihazına Yerleştirilmesi..

Fiberler ek cihazında bulunan elektrotlara birkaç milimetre yakınlığında tutularak yerleştirilir.

Fiberin elektrot hizasını geçmesi durumuna cihaz kabloyu eklenmiş olarak algılayabilir.

Fiber elektrot hizasına fazla uzak olma durumunda fiberi algılamayabilir.



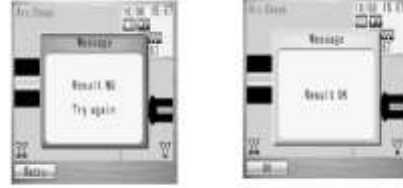


**Adım 6:**  
Ek koruyucu kullanarak ek yerinin muhafaza edilmesi.

Ek cihazının finn bölümüne ek koruyucu yerleştirildiğinde finn otomatik olarak ısıtma ve soğutma işlemlerini gerçekleştirecektir.

Ek koruyucular ebatlarına göre farklılık gösterebilir, kullanılan ek koruyucu boyutuna göre uygun ısıtma modu aşağıda anlatıldığı gibi seçilmelidir.

# Eğer Ark kontrolü hatalı ise, "SONUÇ: NG Tekrar Deneyin" görüntülenir. Yeniden Dene'ye basın ve makine otomatik olarak çekme gücünü ayarlar, ve sonra menü ekranına geri döner.



Isıtma programı

1. Menü ekranını görebilmek için Menü tuşuna basın.
2. ▲ tuşlarına basarak doğru programı seçin ve 'Seç' tuşuna basın.
3. 'Isıtıcı PRGM' ekranı önceden yüklenmiş programlar hakkında bilgi verir.
4. Hazır ekranı görüntülemek için art arda ÇIK tuşuna basın.



5. NG olduğunda, Ark yeni değerlerinin kabul edilebilir olup olmadığını belirlemek için kontrol edin. Fiberleri çıkararak ve tekrar yerine yerleştirerek hazırlamak gereklidir. Tatmin edici sonuçlar dört (4) defa çekme kontrol girişimleri sonrasında elde edilir, elektrot aşınma ya da hasar kontrolü yapın ve gerekirse elektrotu değiştirin. Görsel Ark Check ark monitöründe görülen ⚡ işaretine basarak yapılır. Elektrot bozaltması düzgün ve devamlı bir ark üretmeli. Elektrotların temizlenmesini veya değiştirilmesini gerektirdiği salıanan arklar gösterir. "Setting" menüsünden "Parameter" "Data Output" "Active" yada "PC" ayarlandığında, Ark kontrolü veri detaylarını gösterir. Optimize tuşu ark gücünün otomatik olarak ayarlanmasına olarak sağlar IPTAL tuşuna basılırsa ark kontrolü ayarlanmaz veya tamamlanmaz.

## 2.2. Fiber Optik Ek Çeşitleri

### 2.2.1. Füzyon Ekleme

Elektrik arkı tarafından oluşturulan ısı ile karşılıklı merkezlenmiş iki fiberin kaynaklanarak kalıcı bir şekilde eklenmesidir.

- Fiberin clad kısmına kadar olan kaplamalarının sıyırılması
- Isı büzüşmeli ek koruyucunun bir uçtan takılması
- Isopropil alkol ile temizlenmesi
- Hassas bir fiber kesici (Cleaver) ile fiberin kesilmesi
- Fiberlerin füzyon ek cihazına yerleştirilmesi ve doğru mod seçilerek eklenmesi.
- Ek koruyucunun ek noktası üzerine konulup ekin muhafaza edilmesi.



Şekil: 2.1

### 2.2.2. Mekanik Ekleme

Mekanik bir ortam ile iki fiberin karşılıklı olarak merkezlenmesi ve uç uca getirilmesi, böylece ışığın bir fiberden diğer fibere geçişinin sağlandığı ekleme yöntemidir.

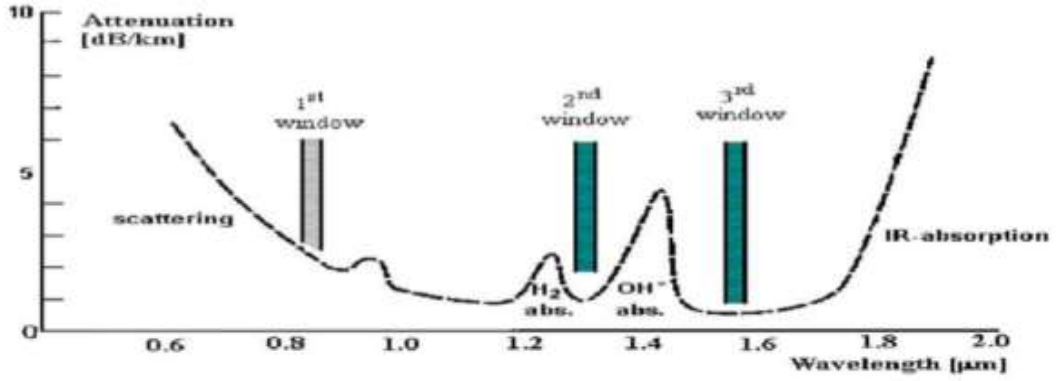


Şekil: 2.2

## 2.3. Fiber Optik Kablolarda Kayıplar

Fiber optikkablolarda iletim kayıpları, fiberin en önemli özelliklerinden biridir. Fiberdeki kayıplar, ışık gücünde bir azalmaya neden olur ve böylece sistem bant genişliğini, bilgi iletim hızını, verimliliği ve sistemin genel kapasitesini azaltır. Başlıca fiber kayıpları şunlardır:

- Soğurma kayıpları,
- Malzeme ya da Rayleigh saçınım kayıpları,
- Renk ya da dalga boyu ayrılması,
- Yayılim kayıpları,
- Modal yayılma
- Bağlaşım kayıpları.



Şekil: 2.3

### 2.3.1. Soğurma Kayıpları

Fiber optikteki soğurma (yutma) kaybı, bakır kablolardaki güç kaybına benzer; fiberin saf olmaması nedeniyle fiberde bulunan maddeler, ışığı soğurur ve ısıya dönüştürür. Fiber optikleri imal etmede kullanılan aşırı saf cam, yaklaşık %99.9999 saftır. Genel de, 1 dB/km arasındaki soğurma kayıpları tipik değerlerdir. Fiber optikteki soğurma kayıplarına yol açan üç faktör vardır: morötesi soğurmak, kızılaltı soğurmak ve iyon rezonans soğurması.

#### 2.3.1.1. Morötesi Soğurma

Morötesi soğurmaya, fiberin imal edildiği silika malzemesindeki valans elektronları neden olur. Işık, valans elektronlarını iyonize ederek iletkenlik yaratır. İyonizasyon, toplam ışık alanındaki bir kayba eşdeğerdir ve bu nedenle fiberin iletim kayıplarından birini oluşturur.

#### 2.3.1.2. Kızılaltı Soğurma

Kızılaltı soğurmaya, cam çekirdek moleküllerinin atomları tarafından soğurulan ışık fotonları neden olur. Soğurulan fotonlar, ışınmaya özgü rastgele mekanik titreşimlere dönüştürülür.

#### 2.3.1.3. İyon Rezonans Soğurması

İyon rezonans soğurmasına, malzemedeki OH-iyonları neden olur. OH iyonlarının kaynağı, imalat sürecinde camın içinde sıkışıp kalan su molekülleridir. İyon soğurmasına demir, bakır ve krom molekülleri de neden olabilir.

### 2.3.2. Malzeme Rayleigh Saçınım Kayıpları

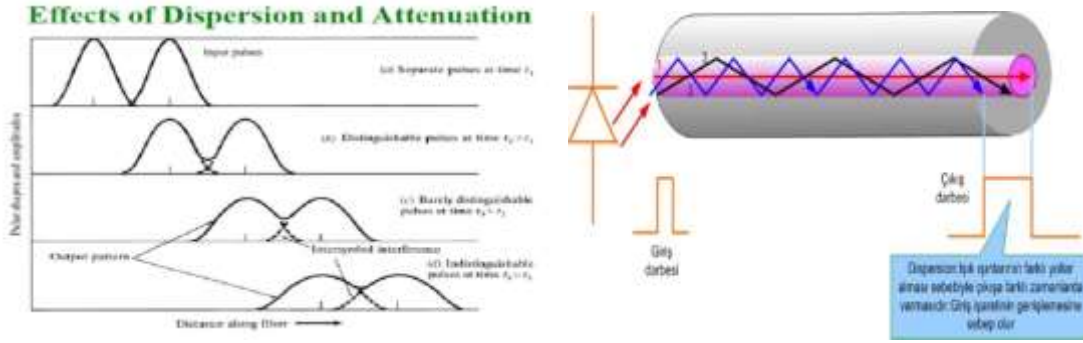
İmalat sürecinde, cam çekilerek çok küçük çaplı uzun fiberler haline getirilir. Bu süreç esnasında, cam plastik haldedir (sıvı ya da katı halde değil). Bu süreç esnasında cama uygulanan germe kuvveti, soğuyan camda mikroskopla görülmeyecek kadar küçük düzensizliklerin oluşmasına neden olur; bu düzensizlikler fiberde kalıcı olarak oluşur. Işık ışınları, fiberde yayılım yaparken bu düzensizliklerden birine çarparsa kırınım meydana gelir.

Kırınım, ışığın birçok yönde dağılmasına ya da saçılmasına yol açar. Kırınım yapan ışığın bir kısmı fiberde yoluna devam eder, bir kısmı da koruyucu zarf üzerinden dışarı kaçar. Kaçan ışık ışınları, ışık gücünde bir kayba karşılık gelirler. Buna *Rayleigh saçınım kaybı* denir.

### 2.3.3. Yayılma (Dispersiyon ) Kayıpları

Işık yayan diyodlar (LED' ler) çeşitli dalga boylarını içeren ışık yayarlar. Bileşik ışık sinyalindeki her dalga boyu farklı bir hızda ilerler.

Dolayısıyla, bir LED' den aynı zamanda yayılan ve fiber optikte yayılım yapan ışık ışınları, fiberin en uç noktasına aynı anda ulaşmazlar. Bunun sonucu olarak, alma sinyalinde bozulma meydana gelir; buna *kromatik bozulma* denir.



Şekil: 2.4

### 2.3.4. Mod

Mod genel olarak bir fibere enjekte edilen her ışın şeklinde tanımlanabilir ve kısmen fiberin bilgi taşıma kapasitesini ifade eder. Her fiberin taşıyabileceği mod sayısı nüvenin çapına ve yapısına bağlıdır. Fiberin iletebileceği mod sayısı için ilk önce normalize olmuş nümerik açıklık frekansı (V) bulunur. Daha sonra iletebilecek mod sayısı (N) bulunur.

$$V = (2\pi d / \lambda) NA$$

V: normalize olmuş nümerik açıklık frekansı  
 $\lambda$ : ışığın dalga boyu  
d: nüve çapı  
NA: nümerik açıklık (birimsiz)

$$N = \frac{V^2}{2} \quad \text{basit kademeli indis fiber için}$$
$$N = \frac{V^2}{4} \quad \text{dereceli indis fiber için}$$

### 2.3.5. Modal Yayılma

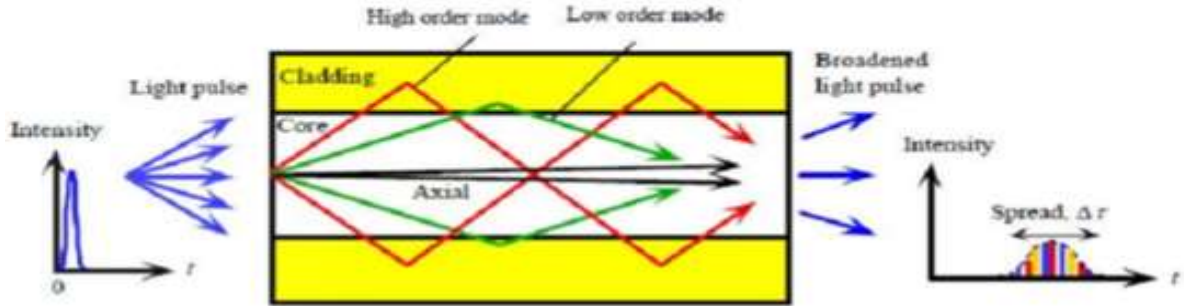
Modal yayılma, bir fiberde yayılım yapmakta olan bir ışık enerjisi darbesinin yayılarak dağılmasına neden olabilir. Eğer darbe yayılması yeterince ciddiye, bir darbe bir sonraki darbenin tepesine düşebilir.

Çok modlu kademe indeksli bir fiberde, doğrudan fiber eksenini üzerinden yayılım yapan bir ışık ışını, fiberi bir ucundan diğer ucuna en kısa sürede kat eder. Kritik açıyla çekirdek / koruyucu zarf

sınırına çarpan bir ışık ışını, en çok sayıda dahili yansımaya maruz kalacak. Dolayısıyla fiberi bir ucundan diğer ucuna en uzun sürede kat edecektir. Modal yayılmayı azaltmanın 3 yolu vardır:

- Kullanılacak fiberi daha az moda izin verecek şekilde seçmek, dolayısıyla daha dar bant genişliğine katlanmak .
- Dereceli indis fiber kullanmak, dereceli indis fiber kullanıldığında bütün ışınlar dalga boyu ne olursa olsun nüvenin yapısından dolayı aynı yolu izleyeceklerdir. Bu en etkili yöntemdir. Bant genişliği açısından da kısıtlama getirmez.
- Tek modlu fiber kullanmak bu tip fiber de yalnız tek mod bulunduğundan bir gecikme söz konusu olmaz.

## Modal Dispersion



Şekil: 2.5

### 2.3.6. Malzeme Yayılması

Farklı dalga boyları (renkler) fiber nüvesi içerisinde farklı hızlarda hareket eder. Ancak farklı ortamlarda da ortama göre de farklı hızlarda hareket eder. Işık hızının malzeme (nüve) içerisindeki hızı hem nüve malzemesine hem de ışığın dalga boyuna bağlıdır. Malzeme özelliğinden kaynaklanan yayılmaya bu nedenle *malzeme yayılması* denir. Bir kaynak normalde tek bir dalga boyunda ışık yaymaz. Bir çok dalga boyundan ışık yayabilir. Bu dalga boyları aralığı spektral genişlik olarak tanımlanabilir. Spektral genişlik ledler için 35nm lazer için 2-3 nm dir.

Örneğin; lazer kaynağımızın 850 nm de çalışmasını istersek Kaynak 848 nm ile 851 nm arasında bir spektral çerçevede çalışır. 848nm deki sinyaller (kırmızımsı) 851 nm deki sinyallerden daha hızlı hareket edecektir. Ancak lede göre çok daha az bir yayılma ortaya çıkar.

### 2.3.7. Bağlaşım Kayıpları

#### 2.3.7.1. Yanal Ayarsızlık

Yanal ayarsızlık, bitişik iki fiber kablo arasındaki yanıl kayma ya da eksen kaymasıdır. Kayıp miktarı, bir desibelin bes ile onda biri ile birkaç desibel arası olabilir. Eğer fiber eksenleri, küçük fiberin çapının yüzde besinde dahilinde ayarlanmışsa, bu kayıp ihmal edilebilir.

#### 2.3.7.2. Açısal Ayarsızlık

Açısal ayarsızlığa bazen açısal yer değiştirmede denir. Açısal ayarsızlık ikiden az ise, kayıp 0.5 desibelden az olur.

#### 2.3.7.3. Aralık Ayarsızlığı

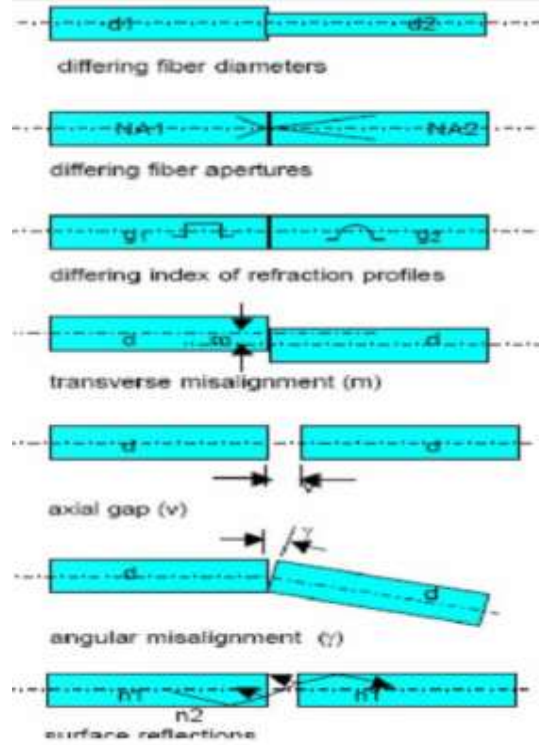
Aralık ayarsızlığına bazen uç ayrılması da denmektedir. Fiber optiklerde ekler yapıldığında, fiberlerin birbiri ile temas etmesi gerekir.



Fiberler birbirinden ne kadar ayrı olursa, ışık kaybı o kadar fazla olur. İki fiber birbirine bağlantı parçasıyla birleştirilmişse, uçlar temas etmemelidir. Bunun nedeni, iki ucun bağlantı parçasında birbiri ile sürtünmesinin fiberlerden birine ya da her ikisine birden hasara yol açabileceğidir.

### 2.3.8. Kusursuz Olmayan Yüzey

İki bitişik kablunun uçlarının bütün pürüzleri giderilmeli ve iki uç birbirine tam olarak uymalıdır. Fiber uçların dikey çizgiden açıklıkları 3'den az ise, kayıpların 0.5 desibelden az olur.



Şekil: 2.6

## 2.4. Bükülme Kayıpları

Zayıflama ışık fiber içerisinde yol alırken meydana gelen güç kaybıdır dB/km olarak ölçülür. Plastik fiberler için 300dB/km tek modlu cam fiberler için 0,21dB/km civarındadır.

Zayıflamanın en fazla olduğu bölgeler 730-950 nm ve 1250-1380nm bölgeleridir. Bu bölgelerde çalışmamak daha avantajlı olur. Zayıflama iki sebepten dolayı olur:

### 2.4.1. Saçılma

Gelen ışığın yabancı bir maddeye çapmasıyla oluşan dağılma ve ışık kaybıdır Saçılma uzun dalga boyundaki ışıklarda çok daha küçük bir etkiye sahiptir. Saçılma;

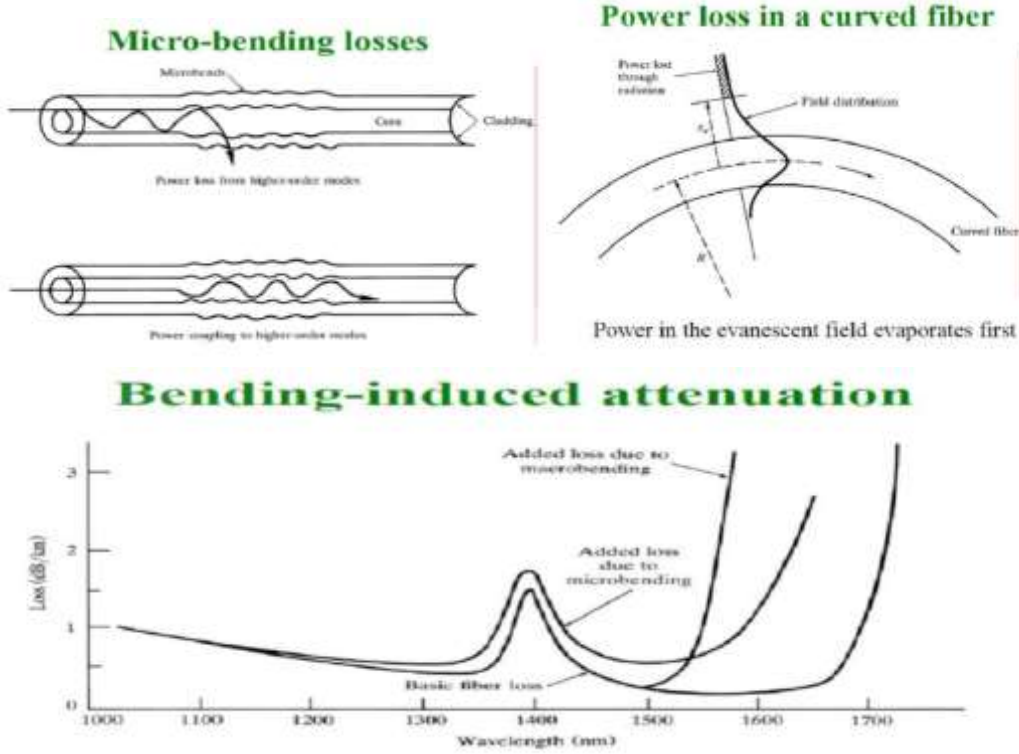
- 820nm de :2,5db - 1300nm de :0,24db - 1550nm de :0,012db gibi değerlerde seyreder.

### 2.4.2. Absorblama

Saçılmayla aynı nedenden oluşur. Temel farklılık saçılma, ışığın dağılması şeklinde bir bozuklukken, bu olayda ışığın sönmülmesi söz konusudur. Fiber içindeki yabancı maddeler (örn: kobalt, bakır, krom) absorblamaya neden olur. Kayıpların düşük olması için bu maddelerin fiberde milyarda bir düzeyinde olmalıdır.

## 2.5. Mikro bent Kayıpları

Mikro bent kayıpları kablunun çeşitli sebeplerden bükülmesinden dolayı oluşur. Eğer ciddi boyutlarda bir bükülme varsa ışığın tamamen yok olması olabilir. Bu nedenle fiber kablolar genelde çok katmanlı korumalı imal edilir.

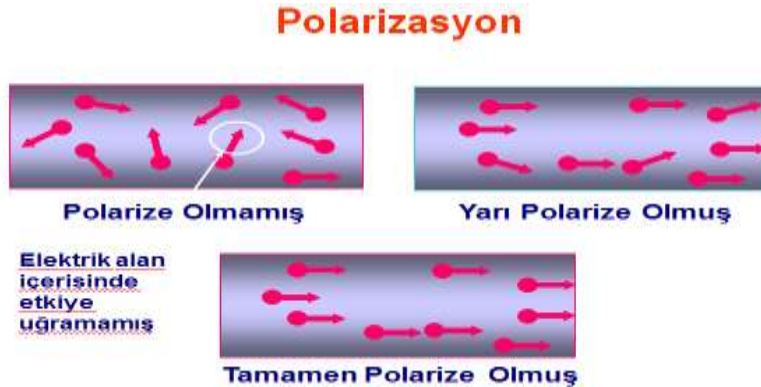


Şekil: 2.7

## 2.6 Polarization Mode Dispersion (PMD)

Fiber veya cihazlar içerisinde polarize edilmiş dalgaların ışık yayılma hızının birefringence etkisinden dolayı materyal içerisinde, ışık alıcısı tarafına farklı zamanlarda gelmesidir.

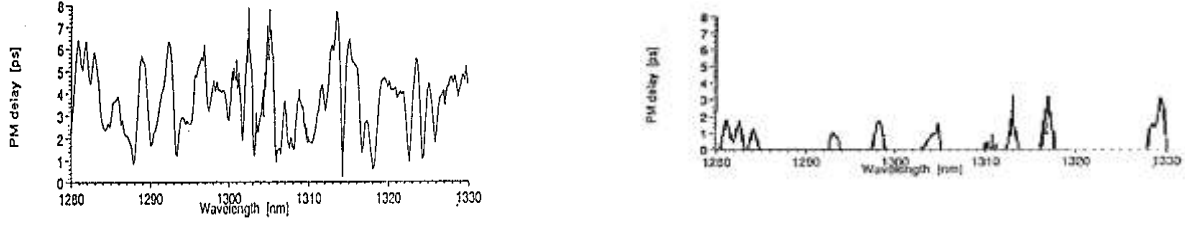
Polarization (Polarizasyon) bir elektromagnetik dalganın elektrik alan vektörünün doğrultusu, Elektromagnetik dalgalar yatay, düşey, dairesel ve eliptik polarizasyonlu olabilirler.



Şekil: 2.8

PMD ne zaman ölçülür?

- Fiber üretiminde,
- Fiber kablunun üretiminde,
- Fiber kablunun montajı sırasında (saha),
- Fiber kablunun işletimi sırasında (saha),
- Fiber PMD değeri, kablunun üretiminden işletmesine kadar her aşamada ölçülmelidir.



Şekil: 2.9 - PMD kararsızlığı

## UYGULAMA FAALİYETİ –2

Fiber optik kablo, haberleşme komponentlerini inceleyiniz.

### MALZEME LİSTESİ

Ek cihazı, Fiber optik kablo, Kablo soyucu, Maket bıçağı, Alkollü bez, Islak Mendil, Buffer, Fiber kesici, Lazer metre

İşlemler	Tavsiyeler
<ul style="list-style-type: none"><li>Fiber kabloyu alınız</li><li>Fiber kabloyu maket bıçağı ile kesiniz</li><li>Fiber kablo soyucu ile ayırınız</li><li>Fiber kesici ile kesiniz</li><li>Fiber ek cihazını kullanınız</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>İş güvenliği tedbirlerini almanız gerekmektedir</li><li>Fiber kabloyu keserken dikkat ediniz.</li><li>Ek yaparken dikkat ediniz</li><li>Lazer metreyi gözünüze tutmayınız</li></ul>

### KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme	E	H
Kabloyu soyabildiniz mi?		
Fiber optik çekirdeği gördünüz mü?		
Ek cihazı ile fiber ek yapabildiniz mi?		
Lazer metre ile ışık testi yapabildiniz mi?		

### DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise Ölçme ve Değerlendirmeye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME - 2

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi fiber optik ek yapmada kullanılmaz?

A) Fusion Slicer B) Cleaver C) Stripper D) H2O

2. Kaç çeşit fiber optik eki vardır?

A) 2 B) 3 C) 1 D) 5

3. Aşağıdakilerden hangisi fiber optik kablo kaybı değildir?

A) Soğurma Kaybı B) Yayılım kaybı C) PMD D) Direction

4. Kaç çeşit saçılma vardır?

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

5. PMD ne zaman ölçülür?

A) Fiber optik kablo ölçümünde

B) Fiber kablo kesilmesinde

C) Fiber optik kablo boyamada

D) Fiber optik kablo üretiminde

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3

### AMAÇ

Katılımcıların fiber optik OTDR temel prensiplerini kavramalarını sağlamaktır.

### ARAŞTIRMA

Çevrenizde OTDR ile bilgi toplayınız.

## 3. FİBER OPTİK TEST VE ÖLÇÜMLERİ OTDR (OPTICAL TIME - DOMAIN REFLECTOMETER)

### 3.1. OPTİK ZAMAN ALANINDA YANSIMA ÖLÇER



Şekil: 3.1

OTDR (Optical Time - Domain Reflectometer) fiber optik kablolar çekilip fiber optik sonlandırma işlemleri tamamlandıktan sonra test işlemleri gerçekleştirilir. Fiber optik hat süreklilik

için testte ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyaçlar noktadan noktaya kayıplar için ve bakım, işletme için önemlidir. Uzun mesafe ara fiber optik sonlandırma ile eklenmiş fiber optik kablolar imalat sonrasında hattın verimliliği için test edilmesi gereklidir. Bu test hattın sağlamlık kontrolleri için tek olması zorunlu testlerden birisidir. Teste başlamadan önce çekilen fiber optik hat ile ilgili ön bilgiyi temin edilmesi faydalı olur. Bu bilgiler;

- Kablonun tahmini uzunluğu,
- Kablo üzerinde bulunan tahmini fiber optik ek noktası,
- Tahmini tampon ve laçka miktarı,
- Kullanılan aktif cihazların çalışma dalga boyu,
- Tek yönlü ya da çift yönlü iletişim bilgisi,
- Fiber optik kablolama ve fiber optik sonlandırma topolojisi,



Şekil: 3.2

## 3.2. OTDR ayarları

### 3.2.1. Darbe Genişliği

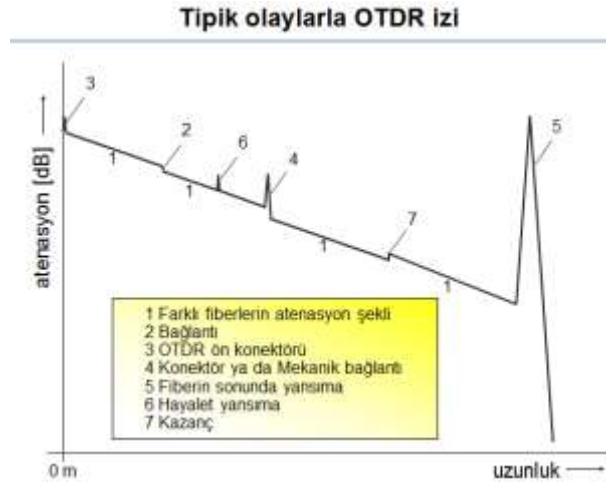
Darbe genişliği bir fibere gönderilen ışığın miktarını kontrol eder. Kısa genişlikteki darbe yüksek çözünürlük sağlar. Ancak dinamik menzil azalır. Uzun genişlikteki darbe yüksek dinamik menzil sağlar. Ancak daha az çözünürlüğe ve daha geniş ölü bölgelere neden olur.

### 3.2.2. Yakalama Zamanı

OTDR'ın test edilen fiberden verileri toplaması ve ortama alması için gereken süredir. Yakalama zamanını artırmak, dinamik menzili, çözünürlüğü ve ölü bölgeleri etkilemeden artırır.

### 3.2.3. Yansıma İndeksi (IoR)

IoR OTDR'ın ölçtüğü zamanı mesafeye dönüştürür ve bunu bir iz üzerinde gösterir. Test edilmek istenen fiberin yaklaşık değerini girmek fiber uzunluğunun ölçülmesinde daha doğru sonuç elde edilmesini sağlar.



Şekil: 3.1

- *Zayıflama (aynı zamanda fiber kaybı olarak da bilinir) :* dB ya da dB/km olarak ifade edilir. Bir fiber spanindeki iki nokta arasındaki kayıp ya da kayıp oranını ifade eder.
- *Olay Kaybı :* Fiber kablodaki bir olaydan öncesindeki ve sonrasındaki optik güç seviyesindeki farkı temsil eder, dB olarak ifade edilir.)
- *Yansıma :* Bir olaydan yansıyan güç ile olayın gücüne oranını temsil eder. Negatif dB olarak ifade edilir.)
- *ORL (Optical Return Loss - Optic Geri dönüş Kaybı) :* Yansıyan gücün, Fiber optik linkten ya da sistemden gelen güce oranını temsil eder. pozitif dB olarak ifade edilir.)

### 3.3. P - OTDR

P-OTDR Distributed PMD olarak da bilinir. Standart bir PMD test cihazına ek olarak, OTDR gibi davranır ve hattın hangi bölümlerinde PMD yoğunlaşması olduğunu raporlayabilir.

### 3.4. C - OTDR

Rastgele (PRS) sinyaller gönderip darbe gücü arttırmadan dinamik ağırlığı artırıp tutarı bir ölçüm oluşturur. Denizaltı fiber optik ağların ölçümünde kullanılan ideal bir yöntemdir.

### 3.5. OTDR Fiber Optik Kayıp

Fiber optik hatların güç gereksinimlerini hesaplamamızın birçok yöntemi vardır. Bunlardan en basit ve ucuz olanı OTDR (Optik Zaman Alanında Yansıma Ölçer) olarak bilenen cihazlarla alınan ölçümdür.

Bu yöntemle, fiber hat üzerindeki konektör, ek ve fiber yansıması gibi tüm fiziksel ve kayıplara neden olabilecek hataları net olarak görebilirsiniz. OTDR zayıflama grafiği yoksa fiber zayıflamasını ve güç gereksinimini 2 şekilde tahmin edebiliriz:

- Fiber optik hattın bilinen uzunluğu ile fiberin ortalama zayıflama değerleri ile tahmin etme
- Toplam kayıp biliniyorsa, fiber optik kablunun en çok boyunun hesaplanması yöntemi



Optik zayıflamaya genel olarak konektör, füzyon eki ve genelde fiberin ortalama km başına kayıp değerleri dâhildir.

Bu değişkenlerin gerçek değerleri bilinmiyorsa da bunlar için ortalama bir kayıp değeri zaten bellidir ve bunları kullanabilirsiniz. Bu durumda da işinizi garanti almak için "*en kötü olasılık*" düşünülerek güç gereksinimi hesaplanmalıdır ve aşağıdaki tablolarda dünyada en çok bilenen kayıp değerleri gibidir:

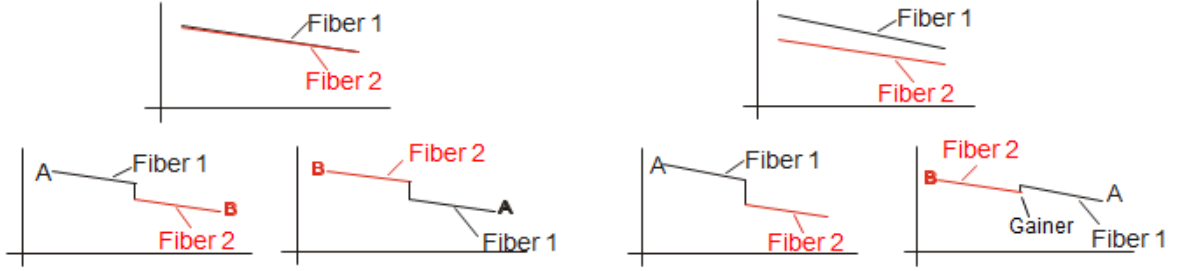
Fiber Türü	Dalga Boyu	Fiber Zayıflaması/ km*	Fiber zayıflaması / km #	Konnektör kaybı	Ek yeri kaybı (Füzyon)
Multimode 50/150µm	850 nm 1300 nm	3.5 dB 1.5 dB	2.5 dB 0.8 dB	0.75 dB 0.75 dB	0.1 dB
Multimode 52.5/125µm	850 nm 1300 nm	3.5 dB 1.5 dB	3.0 dB 0.7 dB	0.75 dB 0.75 dB	0.1 dB
Single Mode 9µm	1310 nm	0.4 dB	0.35 dB	0.75 dB	0.1 dB
Single Mode 9µm	1550 nm	0.3 dB	0.22 dB	0.75 dB	0.1 dB

Standart IEEE	Veri Hızı (Mbps)	Kablo Tipi	IEE standart mesafesi
10BASE-FL	10	850nm Multimode 50/125µm veya 62.5/125µm	2km.
100BASE-FX	100	1300nm Multimode 50/125µm veya 62.5/125µm	2km.
100BASE-SX	100	850nm Multimode 50/125µm veya 62.5/125µm	300m.
1000BASE-SX	1000	850nm Multimode 50/125µm 850nm Multimode 62.5/125µm	550m. 220m.
1000BASE-LX	1000	1300nm Multimode 50/125µm veya 62.5/125µm 1310nm Single Mode 9/125µm	5km.
1000BASE-LH	1000	1550nm Single Mode 9/125µm	70km.

## Gerçek bağlantı kaybını belirlemek

1. Özdeş geri saçılma katsayılı iki fiber arasındaki bağlantı

2. Farklı geri saçılma katsayılı iki fiber arasındaki bağlantı



Şekil: 3.4

### 3.6. Toplam Fiber Şebeke ve ya Hat Kaybını Hesaplama

Toplam bağlantı (konnektör), fiber ek sayısı ve hattın toplam uzunluğu biliniyorsa toplam optik bütçenin nasıl tahmin edileceği gösterilmiştir. Bu hesaplama basitçe olası tüm kayıpların en kötü olasılıkları varsayılarak yapılmıştır:

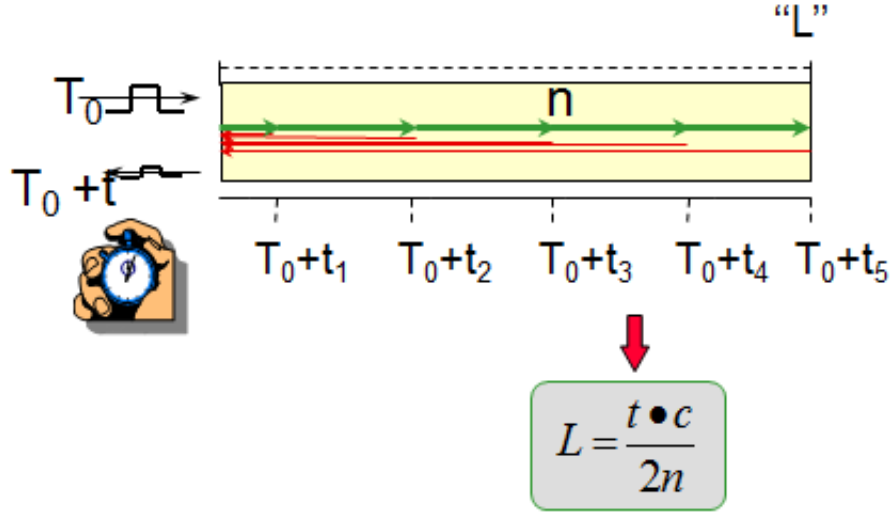
$$\text{Hat Kaybı} = [\text{fiber uzunluğu (km)} \times \text{fiberin bir km'deki kaybı}] + [\text{füzyon ek kaybı} \times \# \text{ ek sayısı}] + [\text{konnektör kaybı} \times \# \text{ konnektör sayısı}] + [\text{güvenlik marjı}]$$

Örneğin: 40 km'lik bir hat, dalga boyu 1310nm, 2 çift konnektör ve 5 tane de füzyon eki varsa.

$$\text{Toplam Hat Kaybı} = [40\text{km} \times 0.4\text{dB/km}] + [0.1\text{dB} \times 5] + [0.75\text{dB} \times 2] + [3.0\text{dB}] = \mathbf{21.0\text{dB}}$$

Hattın çalışabilmesi için 21 dB'lik bir optik güç ihtiyacı bulunmaktadır. Ancak bu teorik hesaplanan değerler, daha sonra sorun yaşamamak için OTDR kullanılarak gerçek bir ölçüm alınarak teyit edilebilirse çok daha sağlıklı olur.

### 4.7. Yaklaşık Fiber Uzunluğu



**n: Kırılma indeksi**  
**t: Ölçülen zaman**  
**c: Işığın vakum yayılma hızı**

Şekil: 3.5

Bu yöntemle de optik bütçe, konnektör ve ek sayısı biliniyorsa fiber hattın yaklaşık uzunluğunun nasıl hesaplanacağı veya tahmin edileceği pratik olarak gösterilecektir.

Fiber Uzunluğu = ([Optik bütçe] - [hat kaybı]) / [km'lik fiber zayıflaması]

Fiber Uzunluğu = {[ (min. TX PWR) - (RX hassaslığı) ] [ek kaybı × # ek sayısı]

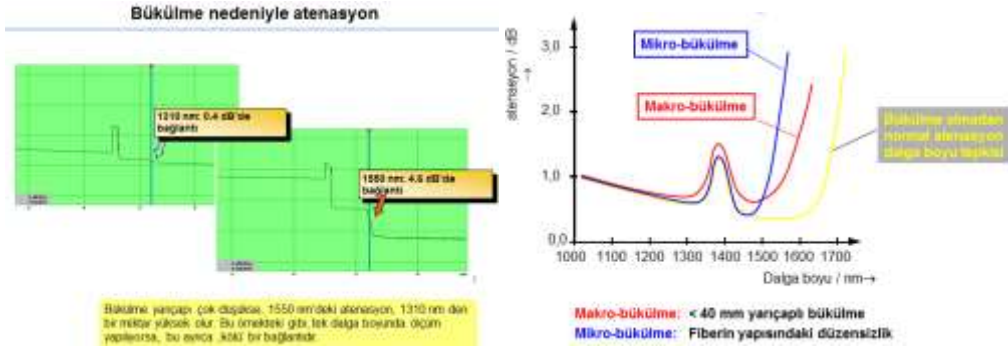
[konnektör kaybı × # konnektör sayısı] [güvenlik marjı] [km'lik fiber zayıflaması]

Örneğin: Hızlı Ethernet hattı ve 1310 nm'de çalışıyor ve 2 çift konnektör ve 5 tane de füzyon eki olsun:

**Fiber uzunluğu** = {[ (-8.0dB) - (-34.0dB) ] - [0.1dB × 5] - [0.75dB × 2] - [3.0dB] } / [0.4dB/km] = **52.5km.**

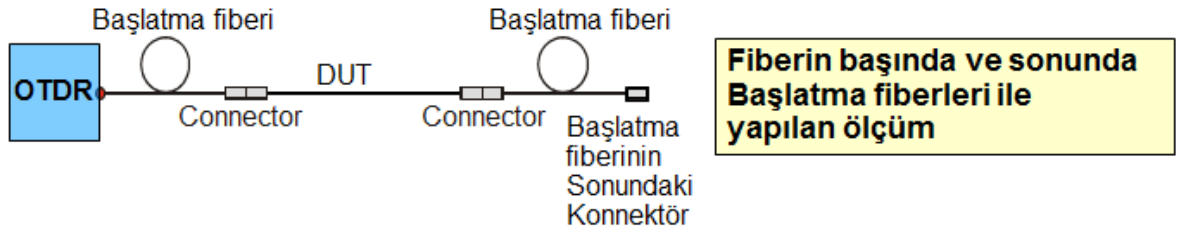
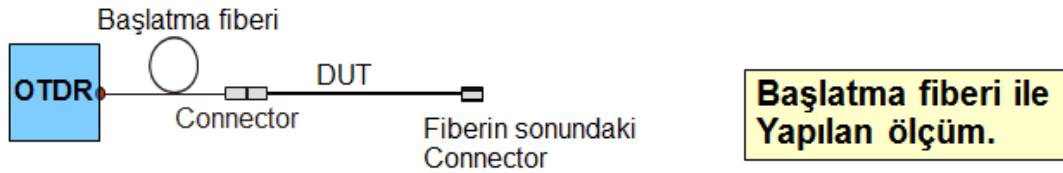
Yaklaşık mesafe 52.5 km olarak tahmin edilmiştir. Sistemin düzgün çalışabilmesi için Rx (Alıcı) tarafı hassaslığı da gözönüne alınarak optik güç verilmelidir. OTDR çıktıları bakılarak plan yapılması, ileride sorun yaşamamak için çok önemlidir. En uzun mesafe Fiber optik kablo uzunluğu ise aşağıdaki değişkenlere bağlıdır:

- Optik Fiberin kalitesi ve dolayısı ile fiberin şebeke üzerindeki gerçek kayıp değerli (zayıflama/km),
- Optik fiberin tasarımı ve yaklaşık ömrü,
- Sistemde kullanılan fiber optik konnektörlerin kalitesi ve geçiş ve geri dönüş kayıpları,
- Füzyon ekinin kalitesi, ekin kayıp oranı,
- Hat üzerindeki fiber optik ek sayısı.



Şekil: 3.6

## Başlatma fiberi



Şekil: 3.7

## 4.8. Fiber Optik Ölçümde Kullanılan Cihazlar

Ölçüm parametreleri / Cihazlar	Visual Fault Locator	OTDR	Power Meter	Loss Test Set	Var. Attenuator	RL-Meter (BR-Meter)	Spectr. Analyzer
	<input checked="" type="checkbox"/> Fiber süreklilik testi <input checked="" type="checkbox"/> Hata tanımlama <input checked="" type="checkbox"/> Güç Ölçümü <input checked="" type="checkbox"/> Zayıflama Ölçümü <input checked="" type="checkbox"/> Geri yansımaya <input checked="" type="checkbox"/> Alıcı duyarlılığı <input checked="" type="checkbox"/> $\lambda$ -seçimli güç ölçümü	★	★		★		
	☆	★					
			★	★			
		★	★				
		☆	☆		★		
				★			
							★

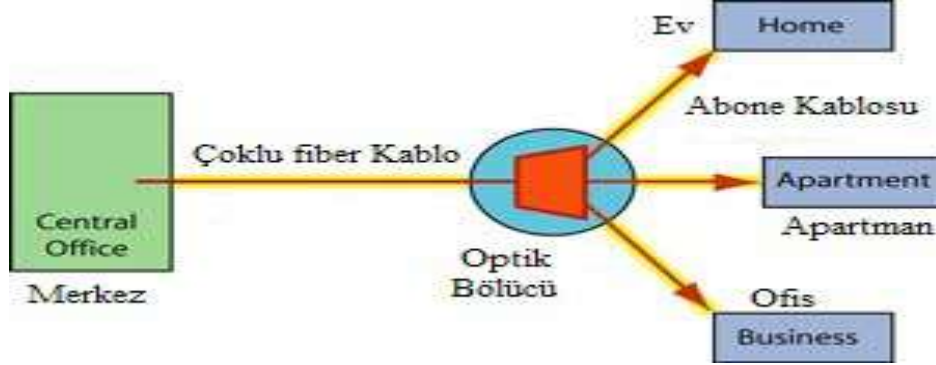
★deal çözüm

☆Kullanılabilir çözüm

Şekil: 3.8

## 4.9. Fiber Optik PON Ağları

PON (Pasif Optical Network ) Pasif Optik Ağ anlamına gelen bir kısaltmadır. Tek noktadan çok noktaya Fiber optik bölücüler kullanılarak merkezdeki tek bir core üzerinden 8 ila 128 abone beslenmesini sağlayan bir ağ tipidir.

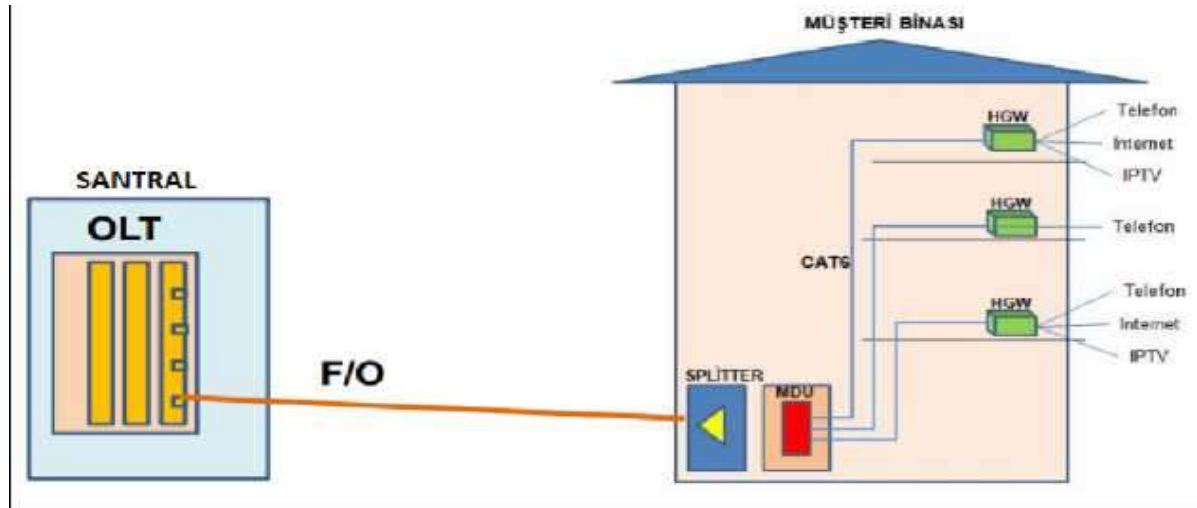


Şekil: 3.9

PON sistem merkezde OLT ( Optical Line Terminal ) cihazı ile abone tarafında bulunan ONU (Optical Network Unit) lerden oluşur. Birkaç farklı tipleri vardır;

### 3.9.1 BPON ( Broadband PON )

BPON çok popüler PON uygulamalarından birisidir. ATM haberleşme protokolünü kullanır. ATM telefon ağları üzerinden (ses, internet, video) gibi hizmetlerin sağlanmasına yarayan bir teknolojidir. BPON bant genişlikleri ATM teknolojisi ile 155, 522, 1244 Mbps hızlarında olabilirler. Bu sistem CATV (kablolu tv) ile birebir aynıdır. Fiber optik sinyaller 1490 nm indirme dalga boyu 1550 nm yükleme dalga boyu olarak kullanılırlar.

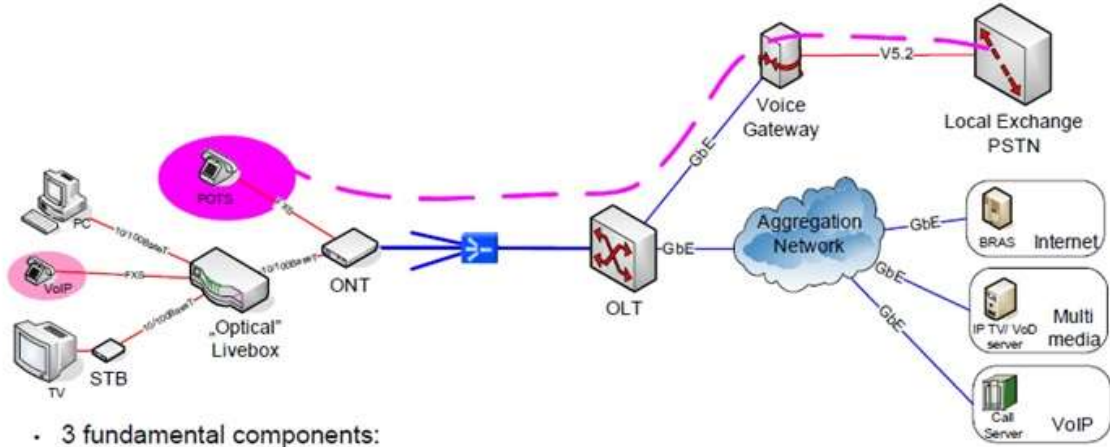


Şekil: 3.10

### 3.9.2 GPON ( Gigabit PON )

GPON IP tabanlı iletişim sistemleri için kullanılır. ATM ve GEM haberleşme protokollerini kullanır. 2,5 Gbps bant hızı sağlayabilmektedir ve bu son kullanıcılar için yeterli bir bant genişliği

anlamına gelir. Yükleme ve indirme için farklı dalga boyları kullanır bu uç noktada ve merkezdeki aktif cihazların özelliğine göre değişiklik göstermektedir.



- 3 fundamental components:
  - ONT (Optical Network Termination )
  - ODN (Optical Distribution Network) Splitter
  - OLT (Optical Line Termination)
- 64 subscribers per 1 optical fibre
- 2,5 Gb/s Downstream / 1490 nm
- 1,25 Gb/s Upstream / 1310 nm (TDMA – Time Division Multiple Access)

\*FTTH – Fiber to the Home  
GPON – Gigabit Passive Optical Network

Şekil: 3.11

### 3.9.3. EPON ( Ethernet PON )

EPON IEEE standartlarına göre Ethernet tabanlı iletişim için kullanılır. Paket tabanlı anahtarlama teknolojisini kullanarak 1 Gbps ile 10 Gbps arasındaki hızlarda bant genişliği sunabilmektedir. Aşağıdaki tabloda bu üç yapının karşılaştırması

	BPON	GPON	EPON
<b>Standart</b>	ITU-T G.983	ITU-T G.984	IEEE 802.3ah (1 GB/s) IEEE 802.3av (10Gb/s)
<b>İndirme Hızı</b>	155, 622 MB/s, 1.2 GB/s	155, 622 MB/s, 1.2, 2.5 GB/s	1.25 GB/s, 10.3 GB/s
<b>Yükleme Hızı</b>	155, 622 MB/s	155, 622 MB/s, 1.2, 2.5 GB/s	1.25 GB/s, 1.25 or 10.3 GB/s
<b>İndirme Dalga Boyu</b>	1490, 1550	1490	1490, 1550

<b>Yükleme Dalga Boyu</b>	1310	1310	1310
<b>Protokol</b>	ATM	Ethernet over ATM/IP or TDM	Ethernet
<b>Görüntü</b>	RF at 1550 or IP at 1490	RF at 1550 or IP at 1490	IP Video
<b>Maksimum Bölücü</b>	32	64	16
<b>Mesafe</b>	<20 km	<60 km	<20 km

### 3.10 PON Aktif Ekipmanları

PON ekipmanları aşağıdaki gibidir:

- a) OLT ( Optical line terminal) b) ONU (Optical network unit)

OLT ( Optical line terminal), Genellikle POP noktalarında konumlandırılır. OLT Şasileri üreticilere göre farklılık göstermek kaydı ile yaklaşık 8000 GPON abonesini destekler. (1x64 Abone GPON ).

ONU (Optical network unit):

- Analog Telefon (POTS), Ethernet Bağlantıları, Video Servisleri için RF Bağlantıları,
- FTTB'de VDSL2 veya Ethernet bağlantılar.

GPON ve X-GPON tanımında genellikle ONU kullanılır. Bir aboneyi destekleyen ONU için ONT tanımı kullanılır.



Şekil: 3.12

## UYGULAMA FAALİYETİ – 3

Fiber optik kablo, haberleşme komponentlerini inceleyiniz.

### MALZEME LİSTESİ

- OTDR test cihazı, Fiber optik kablo, Lazer metre

İşlemler	Tavsiyeler
Fiber kabloyu alınız Fiber otdr cihazını kullanınız	İş güvenliği tedbirlerini almanız gerekmektedir OTDR test yaparken dikkat ediniz Lazer metreyi gözünüze tutmayınız

### KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme	E	H
OTDR ile test yapabildiniz mi?		
Lazer metre ile ışık testi yapabildiniz mi?		

### DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise Ölçme ve Değerlendirmeye geçiniz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME – 3

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. OTDR ne anlama gelmektedir?

- A) Fusion Slicer      B) Cleaver      C) Optical Time - Domain Reflectometer      D) H2O

2. Fiber optik ölçüm cihazları hangisidir?

- A) OTDR      B) Power Metre      C) RL Metre      D) Hepsi

3. Kaç çeşit PON vardır?

- A) 1      B) 2      C) 3      D) 4

4. Kaç çeşit PON Aktif Ekipmanı vardır?

- A) 1      B) 2      C) 3      D) 4

4. EPON mesafesi maksimum kaç km dir?

- A) 10      B) 20      C) 30      D) 40

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz

## ÖĞRENME FAALİYETİ – 4

### AMAÇ

Katılımcıların, el aletleri ile yapılan çalışmalarda ortaya çıkan riskleri ve alınması gereken önlemleri öğrenmelerine yardımcı olmaktır. El aletleri ile yapılan çalışmalarda ortaya çıkan riskleri ve alınması gereken önlemleri öğrenmek.

### ARAŞTIRMA

Sahada kullandığınız el aletlerinin yanlış kullanımdan dolayı oluşturabileceği riskleri inceleyiniz. İnceleme sonuçlarını rapor hâline getiriniz ve sununuz.

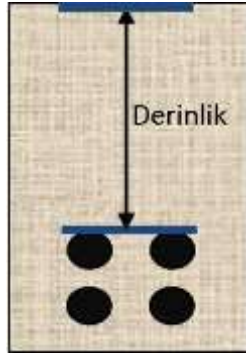
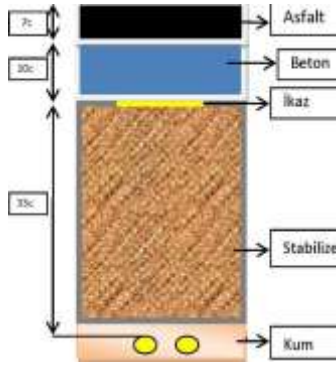
## 4. FİBER OPTİK PROJELENDİRME

### 4.1 Altyapı ve İmalattaki Ana Kalemler

1. Saha Surveyi
2. Geçiş Hakkı Prosedürleri
3. Yer Teslimi
4. Kazı Başlangıcı
5. İmalat Kontrolleri
6. İş ve İşçi Güvenliğinin Alınması
7. Malzeme Montajları
8. Özel Geçiş İmalatları
9. Ek ve Sonlandırmaların Yapılması
10. OTDR Testlerinin Alınması
11. Geçici Kabul Yapılması
12. Sahanın Aktif Hale Getirilmesi
13. Kesin Kabul Yapılması

Fiber optik altyapısının tesis edilmesi için yapılan kazılar "*Altyapı Kanal Kazısı*" ve "*Altyapı Mini Kanal Kazısı*" olmak üzere iki sınıfta değerlendirilmektedir.

Aşağıda çeşitli Fiber optik kazı standardı vardır.



Kazı Geçiş Tipi	Kazı Derinlik
Kaplamalı Ana/Tali Yollar	50 cm
Kaldırım-Tretuvar	50 cm
Dikey Yol Geçişleri	120 cm
Orman, Köy vb. Diğer Yollar	90 cm
Normal Arazi	90 cm
Sulu Zeminler	90 cm
Eğimli ve Erozyonlu Araziler	90 cm
Branşman Kazısı	40 cm

## 4.2 Yatay Sondaj

Yatay Sondaj, devlet kurumlarının (TCK, TCDD, Belediyeler vb.) kazı yapılmasına izin vermedikleri bölgeleri kazı yapmadan, herhangi bir bölgeye zarar vermeden, yeraltından sondaj yaparak geçme işlemidir. Yatay sondajlar birkaç tip olarak uygulanır. Bunlar;

### 4.2.1. Yönlendirilebilir Yatay Sondaj

Harici bir radyo frekans cihazı ile sondaj makinesine gerekli komutlar verilerek sondaj başlığının sağa, sola, yukarı ve aşağı olmak üzere her yöne yönlendirilmesi ile gerçekleşen sondaj türüdür. Diğer sondaj türlerine göre daha pahalıdır, fakat yönlendirilebilir olması nedeni ile 500 metreden daha fazla uzunluklarda kazısız geçiş avantajları bulunmaktadır

### 4.2.2. Yönlendirilemeyen Yatay Sondaj

Sondaj bölgesinde mobilizasyon çukuru açıldıktan sonra yer altına yerleştirilen burgulu sondaj makinesi ile yapılan geçişlerdir. Bu makinelerle çok uzun geçişler yapılamamaktadır. Mobilizasyon için bazen çok fazla yere ihtiyaç duymakta, bu yüzden çok fazla bir alan tahrip olmaktadır

### 4.2.3. Köstebek Geçiş Yatay Sondaj

Köstebek yüksek barlı kompresörler yardımı ile çalışan, kompresörün ürettiği havanın cihaza giriş-çıkışı ile hareket sağlayan sisteme dayalı sondaj cihazıdır. Bu cihaz yine aynı şekilde belli bir derinlikte kazı yapıldıktan sonra mobilize edilir. Cihaz teraziye alındıktan sonra sondaj işlemi başlar. En ilkel metot olup, çok kısa mesafelerde başarılıdır. Bunun dışında uzun mesafelerde toprak içinde önüne çıkan herhangi bir engel dolayısıyla çok rahat bir şekilde yönünü değiştirmesi en olumsuz yönüdür.

## 4.3. HDPE Boru Döşenmesi

HDPE boru tranşe içine makara traktörü kullanılarak serilmelidir. Aksi durumda boru spiral şeklinde açılarak, gerilmeye maruz kalacak ve kuşgözü tabir edilen kırılmalar meydana gelecektir.

HDPE boru tranşe içine ortalanarak serilmelidir. Aksi durumda boru üzerindeki yük homojen yayılmayacak olup, boru dolgu altında ezilme riski taşıyacaktır. Boru simetrik şekilde serildikten sonra elenmiş temiz toprak ile 80 cm dolgu yapılır. Toprağı temizlemek için gerekirse tırmık kullanılabilir.

Borunun etrafını sahadaki işçiler düzgün bir şekilde gömlekleme yaptıran sonra temiz malzemelerle JCB'ler yardımıyla 80 cm dolgu tamamlanır.

#### 4.4. İkaz Bandı Serilmesi ve Kapatma

HDPE boru üzerine 80 cm tesviyeli dolgu yapıldıktan sonra ikaz bandı döşenir. Alüminyum İkaz Bandı serildikten sonra çok uzun süre güneş altında bırakılmamalı, üzeri toprak ile kamufle edilmelidir. Aksi durumda bant deforme olacaktır.

#### 4.5. Menhollerin Yerleştirilmesi

HDPE Borular 500 metre uzunluğunda üretilmektedir. Bu yüzden her 500 metrede bir Tip 4 Geçiş Odası yerleştirilmektedir. Fiber optik kablo da 2000-2100 metre arasında üretilmektedir. Bu yüzden kablolar birbirlerine 2000 metrede bir eklenmektedir. Her 2000 metreye bir adet Tip 1 Ek Odası yerleştirilmektedir. Ek ve geçiş odaları toprağın yüzeyinden itibaren 50-60 cm derinliğine gömülmelidir.

Ek odalarının altında bulunan tahliye deliklerinin çalışabilmesi için ek odası konulmadan önce altına yaklaşık 20 cm yüksekliğinde 2 numara tozsuz mıcır (çakıl) serilmelidir. Menhol aralıkları sert dönüşlerde ekstra atılan menholler nedeniyle belirtilen uzunlukların altında olabilir. Şehir içlerinde ve belediye sınırları içinde menhol aralıkları 150 metreye düşmektedir, Tip 10 ve Tip 1 Menhol kullanılmaktadır. HDPE borular menhollerle irtibatlandırılırken menhol ile sıfır temas yerine menhol içinden 2 metre fazla bırakılarak irtibat sağlanmalıdır.

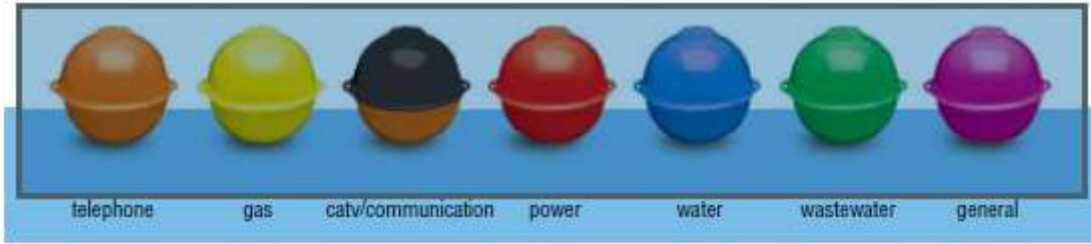
Tabana mıcır serildikten sonra menholler iş makinası yardımıyla toprağın 50 cm altına gömülecek şekilde yerleştirilir. HDPE boru menhol içinden yaklaşık 2 metre dışarda kalacak şekilde irtibatlandırılır. Açık olan menholler güvenlik altına alınmalıdır.



#### 4.6. Akıllı Top Kullanımı (Marker)

- Ek odalarının yerlerinin belirlenebilmesi için akıllı top dediğimiz Elektronik Marker'lar kullanılmaktadır.
- Marker'lar ek odalarının kapaklarının altına asılarak menhollerin dedektör yardımıyla tespitleri yapılır.

- Elektronik Marker'lar gaz, telefon, iletişim, elektrik, su, atık su, kanalizasyon ve genel yeraltı hatlarının tespiti için kullanılmaktadır.
- Her bir uygulama için farklı renkte Marker'lar bulunmaktadır.



#### 4.7. Fiber Optik Kablo Çekilmesi

Şehirlerarası güzergâhlar makara 2000 metrenin tam ortasına yerleştirildikten sonra her bir tarafa sağ ve sollu 1000'er metre kablo çekilmektedir. Bir yöne 1000 metre çekildikten sonra makara üzerinde kalan kısım yere düzgün bir şekilde açılır, diğer yöne aynı şekilde çekilir. Fiber optik kabloların ek noktalarının koordinatları ayrıca GPS ile alınır.

Her bir geçiş odasında 10 metre laçka bırakılır. Bu rakam ek odalarında sağ ve sol taraftan gelen kablolardan 20 şer metre bırakılarak 40 metre olmaktadır.



#### 4.8. Laçka

Fiber optik kablo çekilirken her menholde teknik şartnamede belirtilen miktarlarda laçka dediğimiz fazlalıklar bırakılır. Dışarıdan her hangi bir müdahale sonucu hat zarar gördüğünde bırakılan laçkalar kullanılarak kablo değiştirilmeden hattın tamiri gerçekleştirilir.



#### 4.9. Fiber Optik Kablo Ek Yapılması



Fiber optik kablo 2000-2100 metre aralığında üretilmekte ve birbirlerine füzyon kaynağı ile eklenerek süreklilik sağlanmaktadır.

Ekler bırakılan laçkalar sayesinde dışarıda ya da araç içinde yapılır.

#### 4.10. Menholde Ek Kutusu Montajı



- Ek kutusu montajı yapılırken fiber optik kablo giriş-çıkışları aşağı bakacak.
- Ek kutusu menhole içine L tipi beton dubellerle montajlanacak.
- Ek kutusunu üst noktası ile kapak arasında 10 cm boşluk kalacak.
- Montaj menhole içinde bırakılan laçkadan etkilenmeyecek şekilde yapılmalıdır.

#### 4.11. Fiber Optik Sonlandırma



Sonlandırmalarda Optik Dağıtım Çatısı (ODF) ve fiber optik Patch Panel (FİBER OPTİK-PP) denilen sonlandırma teçhizatları kullanılmaktadır. Fiber optik kablo ile iletilen ışık sonlandırılarak sayısal veriye dönüştürülmektedir.

#### **4.12. Fiber Optik Testleri (OTDR)**

Fiber optik kablo testleri ODTR cihazları yardımıyla yapılmaktadır. Testler A noktasından B noktasına 2 farklı dalga boyunda ve B noktasından A noktasına 2 farklı dalga boyunda olmak üzere toplam 4 adet ölçüm yapılarak gerçekleştirilir.

Ölçüm sonucunda toplam Fiber optik kablo miktarını da elde edebiliriz.

#### **4.13. Kabul İşlemleri**

As-Built (İş Sonu Projesi) projelerinde hatlarla ilgili her türlü detay, güzergâhın geçtiği yerler, menhollerin koordinatları, kullanılan malzemeler vb. her türlü detay sayısal ortamda hassas bir şekilde belirtilir.

#### **4.14. Fiber Core Planı**

Sahada, fiber optik core planlaması yapılmalıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ – 4

Fiber optik kablo, haberleşme komponentlerini sahada inceleyiniz.

### MALZEME LİSTESİ

- Ek kutusu, Menhol, Saha dolabı

İşlemler	Tavsiyeler
Menhole inceleyiniz. Fiber kabloyu sahada ek malzemelerini inceleyiniz. Sahada alt yapı kazı alanını inceleyiniz. HDPE boruyu çeşitlerini inceleyin.	İş güvenliği tedbirlerini almanız gerekmektedir.

### KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme	E	H
Kazı alanını ziyaret edebildiniz mi?		
Saha dolabı gördünüz mü?		
Ek mufu gördünüz mü?		
HDPE boru gördünüz mü?		

### DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise Ölçme ve Değerlendirmeye geçiniz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME - 4

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Alt yapı imalat kalemleri nelerdir?

A) Survey    B) OTDR testleri alınması    C) Yer teslimi    D) Hepsi

2. Kazı minimum derinlik kaç cm olmalıdır?

A) 120    B) 100    C) 50    D) 80

3. Kaç çeşit yatay sondaj vardır?

A) 1    B) 2    C) 3    D) 4

4. As Built ne zaman yapılır?

A) İş bitimi    B) İş başlangıcı    C) İş sonu    D) Proje başlangıcı

5. HDPE mesafesi maksimum kaç km dir?

A) 10    B) 20    C) 80    D) 100

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise Modül Değerlendirmeye geçiniz.

## MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Fiber optik kablonun temel ögesi nedir?  
A) Cam      B) Bakır      C) Su      D) Hiçbiri
2. Fiber optik sistemlerde ışığın hangi özelliği en az etkilidir?  
A) Işığın doğrusal yolla yayılması  
B) Işığın elektrik ve manyetik alandan etkilenmesi  
C) Işığın soğuran cisimlerin ısınması  
D) Işığın yüksek hızlı olması
3. Fiber optik sistemlerde kullanılan ışık grubu hangisidir?  
A) Mor ötesi ışınlar      B) Kıızılötesi ışınlar      C) Görünür ışık      D) Gama ışınları
4. Fiber optik bağlantı noktasında hangisine dikkat edilmez?  
A) Toz, nem      B) Işık kaçakları      C) Elektrik bağlantısı      D) Hepsi
5. Aşağıdakilerden hangisi fiber optik ek yapmada kullanılmaz?  
A) Fusion Slicer      B) Cleaver      C) Stripper      D) H<sub>2</sub>O
6. OTDR ne anlama gelmektedir?  
A) Fusion Slicer      B) Cleaver      C) Optical Time - Domain Reflectometer      D) H<sub>2</sub>O
7. Fiber optik ölçüm cihazları hangisidir?  
A) OTDR      B) Power Metre      C) RL Metre      D) Hepsi
8. Kaç çeşit PON vardır?  
A) 1      B) 2      C) 3      D) 4
9. Kaç çeşit PON Aktif Ekipmanı vardır?  
A) 1      B) 2      C) 3      D) 4
10. Kaç çeşit fiber optik eki vardır?  
A) 2      B) 3      C) 1      D) 5

## CEVAP ANAHTARLARI

### ÖĞRENME FAALİYETİ - 1' İN CEVAP ANAHTARI

1	A	6	A
2	B	7	D
3	C	8	A
4	D	9	C
5	C	10	C

### ÖĞRENME FAALİYETİ - 2' İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	B
3	D
4	C
5	D

### ÖĞRENME FAALİYETİ - 3' ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	C
4	B
5	A

### ÖĞRENME FAALİYETİ - 4' ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	A
4	C
5	A

## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

<b>1</b>	<b>D</b>
<b>2</b>	<b>B</b>
<b>3</b>	<b>C</b>
<b>4</b>	<b>D</b>
<b>5</b>	<b>A</b>
<b>6</b>	<b>B</b>
<b>7</b>	<b>C</b>
<b>8</b>	<b>A</b>
<b>9</b>	<b>D</b>
<b>10</b>	<b>B</b>

## KAYNAKÇA

- Wayne Tomasi, “*Elektronik İletişim Teknikleri*”, Milli Eğitim Bakanlığı yayını. (*Prentice Hall* yayınından çeviri.)
- Sedat Özsoy, ” *Fiber optik*”
- FOA (*The Fiber Optic Association, Inc.*)
- Bilgiustam

## SÖZLÜK

- A -

**Attenuation/Zayıflama:** Bir sinyali bir kablo veya devrede ilerlediğinde genliğinde oluşan azalmadır. Bir oranın logaritması olarak ölçülür. Desibel (dB) olarak ifade edilir.

**Attenuator/Zayıflatıcı:** Bir fiberdeki optiksel güç artırımını azaltan pasif bir optikal komponenttir.

- B -

**Backreflection, optical loss /Geri yansıma, optikal dönüş kaybı:** Hava ve cam arasındaki yağın yansıma miktarı farkından dolayı bir fiberin sonundaki çatlaklık veya parlaklıktan dolayı yansıyan ışık. Genellikle düşen ışığın %4'ününü düşen ışığa oranı dB olarak ifade edilir.

**Bağlantı Elektronik devrelerde (veri) alışverişini sağlayan komponentler ve teknoloji:** Balun Dengelenmemiş bir koaksiyel iletim hattını dengeli bir hat ile işleştiren bir devre. Aynı zamanda 300 ohm dengelenmiş empedans, 75 ohm dengesiz empedansa çevrilebilir. Yani bir transformatör görevi de yapar.

**Bant** Saniyedeki veri iletim hızının ortalama birimidir (500 bant = 500 bit/saniye).

**Bant genişliği** Sinyal frekanslarının oranı veya Fiber optik komponent, bağlantı veya networkün bit oranında çalışacağı oran.

**Bend loss/Bükülme kaybı**

a) Fiberin sınırlı bir eğilimle kıvrılması b)Fibere dışarıdan gelen fiziksel darbelerden dolayı oluşan zayıflama sekli.

**Binder/Bağlayıcı** Birleştirilmiş kablo komponentlerini bir arada tutan bant veya tel.

**Bozulma** Bir dalga formu veya sinyaldeki istenmeyen değişimler.

**BPS** Saniyedeki bit sayısı. Saniyede iletilen ikili bitlerin sayısıdır: (mbps), (gbps).

**Brandwidth/Bant genişliği** Belirli bir frekans bandının alt ve üst limitleri arasındaki farktır (Hz cinsinden).

**Breakdown voltage/Arıza voltajı:** İki iletken arasındaki izolasyonun bozulup elektrik arkının oluştuğu voltaj, gerilim değeri.

**Breakout** Bir veya birden fazla iletkenin çoklu bir iletkenen ayrılarak ama hatta bağlı devrelere bağlandığı nokta veya noktalarıdır.

**Buffer** Bir optikal fiber üzerindeki koruyucu tabaka.

**Bükülme çapı** Düz, yuvarlak, fiber optik veya metalik kablonun herhangi zıt bir etki olmaksızın bükülebildiği yarıçap.

**Bükümlü Per** Bir arada bükülmüş aynı uzunluktaki iki ayrı uzunluktaki izole iletkenlerin oluşturduğu çift, bükümlü per.

**Bükümlü per kablo** Bir veya daha fazla bükümlü perden yapılmış olan kablo.

**Byte** Bir grup bitişik ikili rakam (8 bit).

- C -

**Cladding** Bir optikal core'u saran ve ışık yansımaya izin veren bir materyal. Core'u sararak iletilen ışığın yüzeyde dağılmasına engel olur. Bir başkasının üzerine uygulanan bir metal katmanı. Cladding, genellikle iletkenliği artırmak ve paslanmayı azaltmak için tercih edilir.

**Core** Bir optikal fiberin ışık taşıyan ortadaki parçası, ışığı yansıtması cladding'den fazla olan kısım. Bir kablunun ortasındaki bölüm. Uygulamada en çok bir koaksiyel kabloda görülür. Core, merkezi iletken ve dielektrik materyal, core üzerine uygulanır.

**Corona** Potansiyel eğimi kesin bir değere ulaştığında sonuçlanan bir iletkendeki gazların iyonlaşması.

**Coupler** Işığı birden fazla fibere bölen veya toplayan optikal devre.

**Coupling** Direk elektriksel bağlantı olmaksızın bir devrenin iki veya daha fazla kablosu veya komponenti arasında enerji transferi gerçekleşmesi.

**Coverage** Bir metal koruyucunun ana yüzeyi ne derece kapladığının göstergesidir. % olarak ifade edilir.

**CPS** Cycle per second'un (frekans) kısaltmasıdır (Hz).

**Cut-off wavelength** Dalga uzunluğu ötesinde sadece single mode fiberin yayılma propagationın bir modunu sağlar.

- D -

**dB** (mm) odBm'nin 1 mikrowatt'a eşit olduğu sinyal gücünün kesin ölçümüdür. dB ile karşılaştır.

**Desibel** Bir desibel bir belin on katıdır ve güç oranının 10 kez logaritmasına, voltaj oranının 20 kez logaritmasına veya akım oranının 20 kez logaritmasına eşittir. Desibeller aynı zamanda akustik gücü ifade etmek için kullanılır. Sesin görünür seviyesi gibi, desibel sıfır dB olarak kabul edilen referans ile karşılaştırma yapıldığında gerçek bir seviyeyi ifade eder.

- E -

**Emilme** Optikal gücün ısıya dönüşmesi sonucu fiber optikteki zayıflamanın miktarı.

- F -

**Fiber distributed data (FDDI)** 100 Mbps'e kadar değişen verilerle birlikte fiber optik linkler için ANSI standardı. Saniyede 100 megabit interface yerel alan ağı için standart. Fiber kanalı tartılabilir, yüksek hızlı, seri data transferi ara yüzü standardı. Fiber optik iletişim ve sinyal için optik fiberlerden ışık geçişi.

**Fiber kablosu** Bir CATV sisteminde ana amplifikatörlere giden ana iletim kablosu. Ana kablo olarak adlandırılır.

**Fresnel yansması** Geri yansımaya, optik return loss, hava ve camın reaktif indislerinin farkı nedeniyle oluşmuş fiberin parlak ucundan yansıyan ışık. Tipik olarak %4 ışık olayı.

**Full duplex (FDX)/Tam dubleks** Es zamanlı, iki yönlü, her iki yönde bağımsız transmisyon.

**Fusion splicer/Füzyon ekleme** Fiberleri kullanarak veya acılandırarak fiberleri ekleme.

- G -

**GigaHertz (GHz)** 1 milyar hertz'e eşit frekans birimi.

**Graded-index fiber Core'un** reaktif indeksinde cladding'i azaltmaya yönelik, parabolik eğri şeklinde multi-mode optik fiber çeşidi.

**Gürültü** Bir kablo veya devrede, sistemden normal olarak geçen sinyali engelleyen herhangi bir dış sinyal.

- H -

**Half-dublex** Her iki yönde de transmisyon -es zamanlı olmadan- paketlerin gönderilip alınmasına değişik zaman aralıklarında izin verir, etkilere dayanıklı, metalden metale veya kaynak satışı paketleri anlatmak için kullanılır.

**Hertz (HZ)** 1 saniyede bir sinyalin yaptığı kutuplaşmadaki değişim sayısı. Frekans belirtisi, saniyedeki döngülerin yerini alır.

**Hibrid kablo** İki veya daha fazla fiber çeşidini içeren Fiber optik kablo; 62,5 µm multi-mode ve single mode gibi.

**High speed serial data connector (HSSDC)** Yüksek hızlı seri veri konektörü. Yüksek hız seri data konektörü ve kablo tüm korumadır, kontrollü empedans fiber kanalı, 55A uygulamaları ve diğer öteki standartlar için düşünce aşamasında olanlar için sistemin bağlantısını kurar.

- I -

**Insertion loss/Ekleme kaybı** Sistemin çıktısını önceden tanımlayarak ve cihazın sisteme eklenmesinden sonra bir kablo veya komponentin zayıflama ölçüsü.

**Insulation crimp** Bir telin izolasyonu etrafında oluşturulan terminal eklemesi veya temasının alanı.

**ISO** Uluslararası Standartlar Organizasyonu; bilgisayar standartlarını ilerleten ve ağ iletişimi için OSI modelini geliştiren kurum. Bilgisayarlar, veri iletişimi ve diğer alanlar için dünya çapında standartları geliştirme ve kurmaktan sorumlu uluslararası "Ana Kuruluş".

- K -

**Kanal** Çıplak tel veya kablonun ilerlediği metal veya plastik kanal. Tel veya kabloyu koruma amaçlı kullanılır ve metal olanları kabloyu yangın tehlikesine karşı da korur.

**Kapasitans** İletkenler arasındaki bir dielektrik materyalin bir potansiyel farkı ile enerji depolayabilmesi özelliğidir. Ölçü birimi faraddır. Kablo kapasitansı genelde pikolardalar seviyesinde ölçülür.



**Kategori** TIA/EIA tarafından belirlenen ve kablonun iletim performansını gösteren bir değerdir.

**Kbps** Bir saniyedeki kilobit sayısı. Bir saniyedeki 1,000 bit.

**Kılıf** iletkenler için mekanik koruma sağlamak için izole iletkenler üzerine dış kılıf kaplama. Korunmalı transmision hattının dış iletme yüzeyi olarak da bilinir.

**Koalsiyel kablo** Bir metalik tüp veya koruma içine yerleştirilmiş bir iletken (koruyucu veya tüpten dielektrik malzemeyle ayrılmış) ve izole dış kılıftan oluşan silindirik iletim hattıdır.

**Konnektör** Bir tel veya kablodan bir diğerine elektrik akımının geçmesine izin vermesi için dizayn edilmiş olan bir devre. Bir konnektör kablo veya telde herhangi bir bozulma, kırılma olmaksızın başka bir kablo veya devreye veri ve elektrik akımı geçişini kesebilir.

**Koruma kılıfı** Koruma malzemesiyle kaplanmış bir kablonun optik yüzdesi.

**Kromatik dağılım** Işık hızına bağlı dalga boyu uzunluğunun neden olduğu bir darbenin optikal dalga yolundaki anlık yayılmasıdır.

- L -

**LAN/Yerel alan ağı** Yerel alan ağı. Küçük bir alana servis yapmak için tasarlanmış herhangi bir kullanıcı sayısını birleştiren veri ağı.

**Lay Tek** bir tel veya iletken için bir tel veya kablo eksenini boyunca bir iletken veya kablonun eksenini etrafında tam bir tur yapabilmek için ölçülen uzunluk.

**Lay direction** Kablonun eksenini boyunca bakıldığında bir kabloda spiral bükümün ilerlemesinin yönü. Yayılma yönü sol veya sağ olabilir.

**Lazer** Dar bir ışıkla uygun ışık kaynağı ve dar bir spektral bant genişliği (2 nm kadar).

**LF (Low frequency)** Alçak frekans. Federal İletişim Komisyonu tarafından dizayn edilen radyo spektrumunda 30'dan 300 kHz'e kadar değişen frekans bandı.

**Light emitting diode/LED kaynağı** P-N birleşimiyle oluşan uygun ışık gönderen yarı iletken cihaz. Işık yoğunluğu elektriksel akıma açık bir şekilde oransaldır.

**Local area network/Yerel alan ağı** Yüksek veri oranlarına azaltımla (100 Kbps'den 155 Mbps'ye) sınırlı bir coğrafi alana sınırlandırılan veri iletişim sistemi (6 mile veya 10 km'ye kadar). Alan; tek bir binadan, birkaç binadan veya kampüs tipi düzenlemeyi öngörür. AG, bazı switchleme teknolojisi çeşitlerini, ortak taşıyıcı devir kullanmaz, her ne kadar toplu ve özel networklere sahip olsa da kullanılmaktadır.

**Loose tube** Kablolaman bir fiberi çevreleyen, çoğunlukla su bloklama jeliyle doldurulmuş koruyucu tüp.

**Loose tube kablo dizaynı tipi;** öncelikle bina dışı kullanım için: Bir veya birden fazla fiber, sert plastik tüplerin içerisindedir. Fiberler 250 mikrona bufferlanmıştır.

- M -

**Mbps** Saniye başına megabit, bitlerin sayısı, bir saniyede iletilen milyon bit.

**Megahertz (MHz)** Bir milyon hertze eşit frekans birimi (bir saniyede bir milyon hertz).

**Micron/Mikron;** Metrenin milyonda biri.

**Microwave** Uzak kızılötesi ve geleneksel radyo frekans oranı arasında olan elektromanyetik spektrum bölümü. Mikrodalga frekans oranı 1 GHz'den 300 GHz'e erişmektedir. Mikrodalgalar genellikle noktadan noktaya bağlantılarda kullanılır; çünkü ışık demetinin içine kolayca yoğunlaşabilirler.

**Mikrobending** Az bir mikrometrenin aynı ekseninde yerine geçme durumunu kapsayan fiber eğriliği ve milimetrenin uzaydaki dalga boyu. Mikrobendler ışık kaybına ve sonuç olarak fiberin zayıflamasının artmasına neden olurlar.

**Modal dispersiyon/Modal yayılma** Bir optik fiberde değişik mesafelerde ve hızlarda giden çift ışın için yayılan atış.

**Mode field diameter (MFD)/Mode alan çapı** Single mode fiberde optik enerjinin çapı. Çünkü MFD şerit çapından daha büyüktür. MFD pratik bir parametre olarak şerit çapının yerini alır.

**Mode mixing/Mod karışımı** Yayılma hızlarında multimode fiberin değişik modlarının değişkenlik göstermesi. Birbirlerinden bağımsız yayılmaları ne kadar uzun olursa, fiber bant genişliği multimode sapması fiber uzunluğu ile ters orantılı olarak değişir. Fiber geometrisi ve indeks profilinin homojen olmaması ve aşamalı enerjinin değişik hızlardaki modları arasında değişkenlik olması sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu mod karışımına göre uzun multimode fiberler shod fiberlerdeki Lineer extrapolasyonla edinilen değerden daha büyüktür.

**Mode/Mod** Bir optik fiberde ilerleyen tek elektromanyetik dalga.

**Monokromatik** Tek bir dalga boyunu kapsar. Pratikte, radyasyon monokromatik olamaz ama daha dar dalga uzunluğu bandı gösterir.

**MT-RJ MT-RJ Anlaşması tarafından (AMP, Sincor, HP, Fujikura, US Conec.)** geliştirilmiş MT-RJ Fiber optik konnektörü. Multimode Işığın çift modunu gönderen cihaz veya taşıyan fiber.

- N -

**Numerical aperture (NA)** Bir fiber için açılabilir kabulün ölçüsü. Yaklaşık olarak kabul konisinin yarı açısının sinüsüdür.

- O -

**Optical waveguide optical** fiber düşük zayıflamanın optik saydam malzemesini içeren ve bu şeritin daha düşük reaktif indeksinin optik saydam malzemenin cladding içerikle dielektrik waveguide şerit. Sinyallerin Lightwaveler ile iletimi için kullanılır ve seyrek olarak fiber olarak refere edilir. Ek olarak bazı optik komponentlerde laser diodeler iki bunlara da optik waveguide'lar denir, düzlemsel dielektrik waveguide durumları vardır.

**Optik fiber** Camın ince filamentleri. Işık şeklinde bilgi taşıyabilen şerit ve cladding içeren optik eleman.

**Optik kayıp** Fiberler, coupler'lar boyunca iletilen ışığın transfer edilirken kaybettiği optik güç miktarı.

**OSI** Açık sistem bağlantısı; ISO tarafından geliştirilen LAN iletişim modeli.

**OTDR/Optik Zaman Alan Refraktörü** Optik bir etkinin fiber boyunca ölçüldüğü yerde ve girdilere yansımalarında zamanın bir fonksiyonu olarak bir fiberi karakterize etmek için bir yöntem. Zayıflama katsayısını uzaklığın bir fonksiyonu olarak zararları ve diğer lokal kayıpları tanımlamakta, tahmin etmede yararlıdır.

- P -

**Pigtail** Bir uçta sonlanmış konektörlere sahip fiber optik kablo.

**Plastik optik fiber** Plastik optik fiber, cam optik fiberden daha ucuz olduğu için masaüstü fiberi destekleyecek şekilde dizayn edilmiştir.

**Preform Optik** fiber dalga boyundan cam durumu.

**Primary coating/Ön kaplama** Üretim sırasında alanın güvenilirliğini koruyan fiberin cladding yüzeyine direk olarak uygulanan plastik kaplama.

- R -

**Receiver/Alıcı** Bir Fiber optik sistemde ışık enerjisini elektriksel enerjiye çeviren elektronik paket.

**Reflection loss/Yansıma kaybı** Bir çizgi süreksizliğinde gücün yansımaya göre kaybolan sinyal parçası.

**Refraktif index** Bir vakumda ışık hızının transmisyon çevresindeki hızına oranı.

- S -

**SC** Optik fiber konektör tipi. SC, ST gibi 2,5 mm demir kullanır, push-pull eklemeye izin veren yuvada durmaktadır ve konektörün kaldırılması adaptörü oluşturmaktadır. Hızlı veri ağları için seçimin konektörü olmaktadır.

**Spectral bandwidth/** Spektral bant genişliği Aydınlatma gücünün en fazla ve bunun yarısı olduğu dalga boyları arasındaki fark.

- T -

**Transmitter** Bir Fiber optik sistemde elektrik enerjisini ışık enerjisine çeviren elektronik düzen.

- U -

**UHF** Ultra high frekans; 300-3,000 MHZ arası.

- V -

**Velocity of propagation (VP)** Belirli uzunluktaki bir kablodaki elektrik enerjisinin iletim hızının aynı mesafede boşlukta ışık hızına oranı. Genelde % olarak ifade edilir.

**VHF** Very-high frequency; Federal iletim Komisyonu'na 30-300 MHz arasında standartlaştırılmıştır.

**VLf** Very low frequency; 10-30 kHz arası.

- W -

**Wave length** Bir sinyalin pozitif tepe değerleri arasındaki mesafe. Frekans arttıkça dalgalar yaklaşır ve bu mesafe de azalır.

- Z -

**Zero-dispersiyon wave length**) Single mode fiber optikte materyalin ışın dağılımıyla dalga yolu ışın dağılımının birbirini engellemediği dalga boyu veya boyları. Tüm silika yapıdaki fiber optiklerde, minimum materyal ışın dağılımlıyaklaşık 1.3 mikronluk dalga boyundan oluşmaktadır. Single mode fiberler dopant içeren silika yapıdaki camdan yapılmaktadırlar; bu yüzden de materyalin ışın dağılımlı dalga boyu bir miktar değişir:

**Zero-dispersiyon wave length** (sıfır ışın dağılımlı dalga boyu), yaklaşık 1.55 mikron seviyelerinde gerçekleşir. Mühendislikte en düşük zayıflama katsayısındaki küçük bir artış. 2) Kabaca bir ifadeyle multimodefiber optikte, materyal ışın dağılımının minimum, örneğin gerçekte sıfır olduğu dalga boyu. Minimum-dispersiyon wave length'in es anlamlısı.