



**KAPADOKYA**  
**ÜNİVERSİTESİ**  
— Akıl - Ahlak - Adalet - Adap —

# Fiber Optik

Öğr. Gör. **Tugay KEKEÇ**

- 5.10 Fiber Optik
- 5.11 Elektronik Ekranlar
- 5.12 Elektrostatik Hassas Cihazlar
- 5.13 Yazılım Yönetim Kontrolü
- 5.14 Elektromanyetik Çevre
- 5.15 Tipik Elektronik/Dijital Hava Aracı Sistemleri

## Işık nedir ?

Çevremizdeki cisimleri sahip olduğumuz beş duyu organımızla tanıyıp algılamaya çalışırız. Bu organlarımızın en önemlilerinden birisi de gözümüzdür. Çünkü etrafımızda meydana gelen birçok şeyi görerek tanır ve onlar hakkında fikir ediniriz.

## Işık nedir ?

Cisimleri görmemizi sağlayan, göze gelerek bize algılatan enerjiye ışık diyoruz. Işık, en basit tanımı ile düz dalgalar hâlinde yayılan ve dalga boyu gözle görülebilir olan bir elektromanyetik dalgadır

## Işık nedir ?

Bunun yanında bilimsel terminolojide gözle görünmeyen dalga boylarına da ışık denilebilir. Işığın ve tüm diğer elektromanyetik dalgaların temel olarak üç özelliği vardır:

## Işık nedir ?

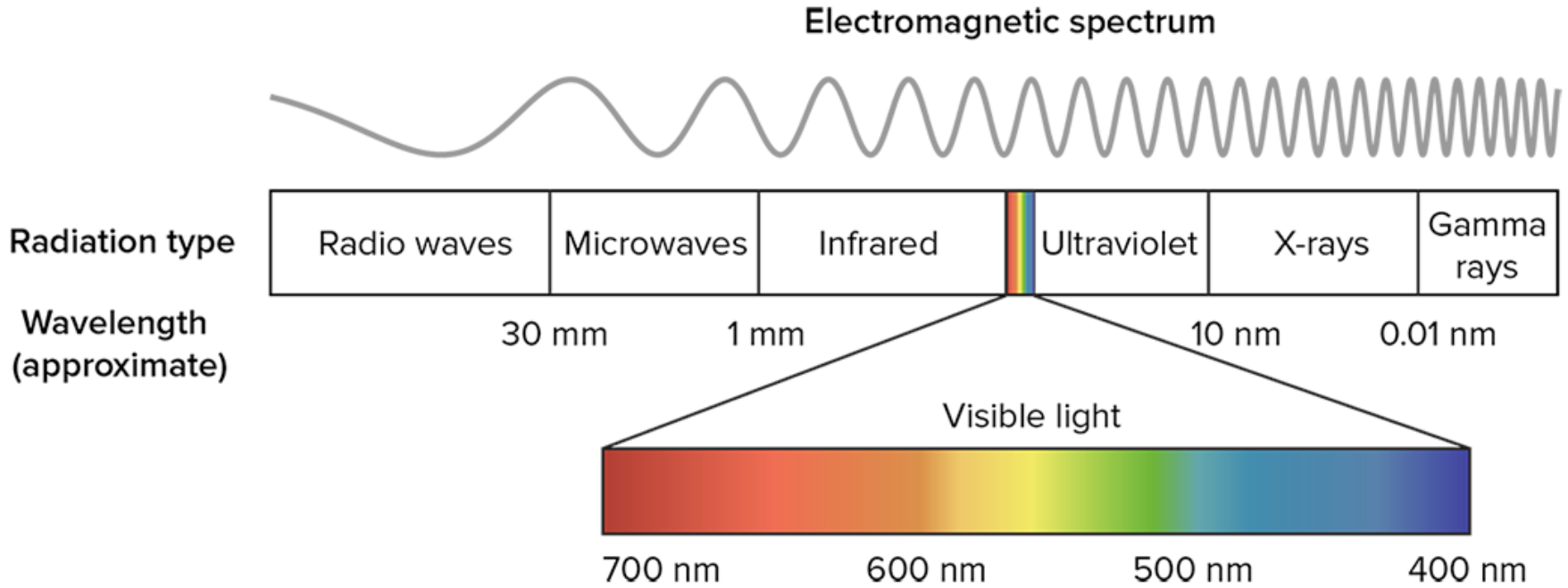
**Frekans:** Dalga boyu ile ters orantılıdır, insan gözü bu özelliği renk olarak algılar.

**Şiddet:** Genlik olarak da geçer, insan gözü tarafından parlaklık olarak algılanır.

**Polarite:** Titreşim açısıdır, normal şartlarda insan gözü tarafından algılanmaz.



# Işık nedir ?



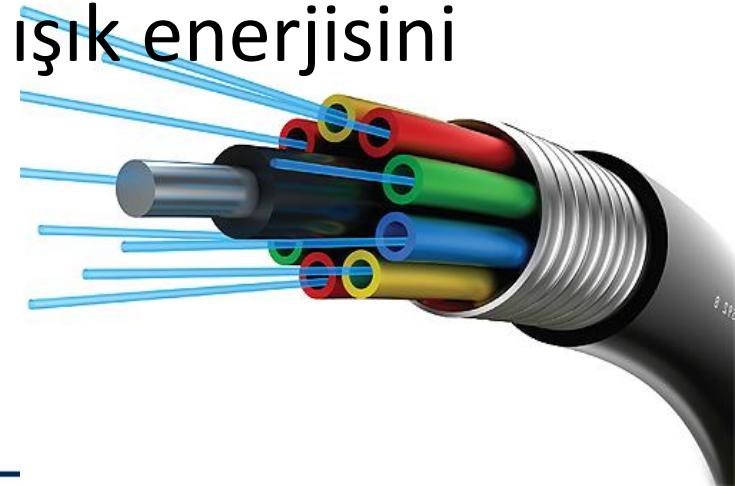
## Işık Nasıl Yayılır?

Işık kaynaklarından yayılan ışınlar türdeş ortam içerisinde doğru boyunca ilerler ışığın ilerlemesi için ortama ihtiyaç yoktur. Işık türdeş saydam ortam içerisinde sabit hızla yayılır ve ışık hızı ortama göre değişir. Işığın boşlukta yayılma hızı yaklaşık olarak saniyede üçyüzbin kilometredir. Işık ışınlarının bir yılda gittikleri uzaklığa bir ışık yılı denir.



## Fiber Optiğın Tanımı:

- Bakır kablo sistemlerine göre daha çok verinin, daha uzun mesafelerde, daha düşük maliyetle iletilmesine imkan sağlayan yeni iletişim teknolojisidir.
- Fiber optikler veri iletimi için ışık enerjisini kullanır.



## Fiber Optik Veri Bağlantısı:

- Fiber optik veri bağlantısı, giriş verisini fiber optik komponentler vasıtasıyla gönderir ve çıkış verisini sağlar.
  - Elektrik sinyali optik sinyale dönüştürülür.
  - Optik sinyal optik kablo üzerinden gönderilir.
  - Optik sinyal yeniden elektrik sinyaline dönüştürülür.

- Fiber optik veri bağlantısı 3 bölümden oluşur:
  - Verici (Transmitter)
  - Optik Kablo (Optical Fibre)
  - Alıcı (Receiver)

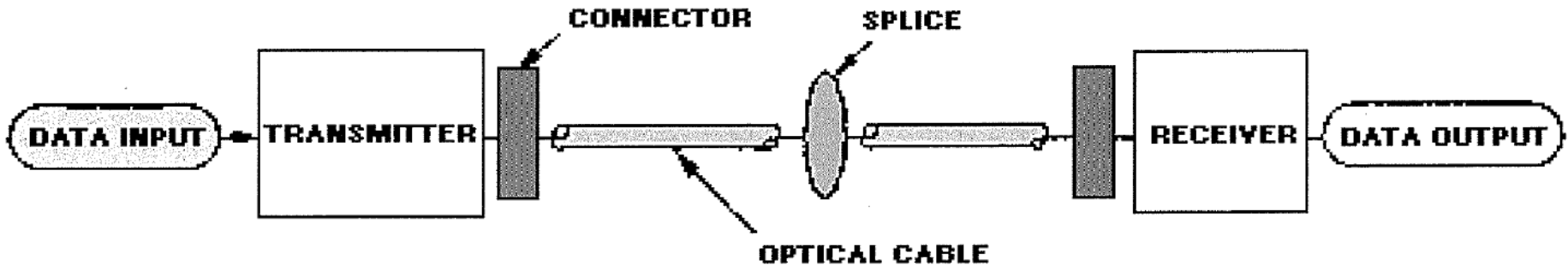


Figure 10.1 - Parts of a fibre optic data link.

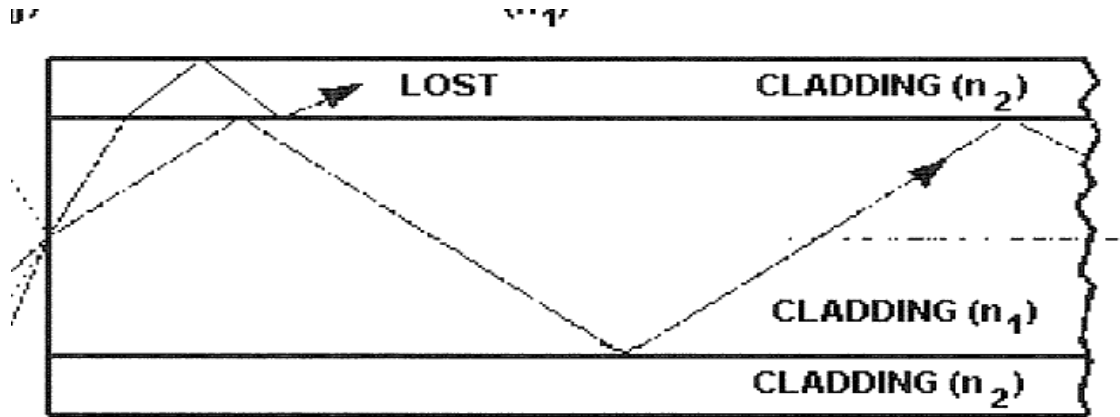
## *Verici:*

- Giriş sinyalini ilettime uygun hale gelmesi için optik sinyale dönüştürür.
- Transmitter iki parçadan oluşur:
  - Ara Yüz Devresi
  - Kaynak Sürücü Devresi
- Elektrik sinyalini optik sinyale dönüştüren kısım Kaynak Sürücü Devresidir.

- Elektrik sinyalinin optik sinyale dönüştürülmesi, akımın ışık kaynağıyla değiştirilmesi ile yapılır.
- İki farklı ışık kaynağı kullanılır:
  - LED (Light Emitting Diode)
  - Lazer Diyot

## *Optik Kablo :*

- Kaynaktan gönderilen ışık optik kablo içerisinde gönderilir.
- Optik sinyal sürekli olarak zayıflar. Bunun sebebi saçılma ve soğrulma problemleridir.



## *Optik Kablonun Temel Yapısı:*

- 3 bölümden oluşur:
  - Çekirdek (Core)
  - Optik Kılıf (Cladding)
  - Kaplama (Coating)

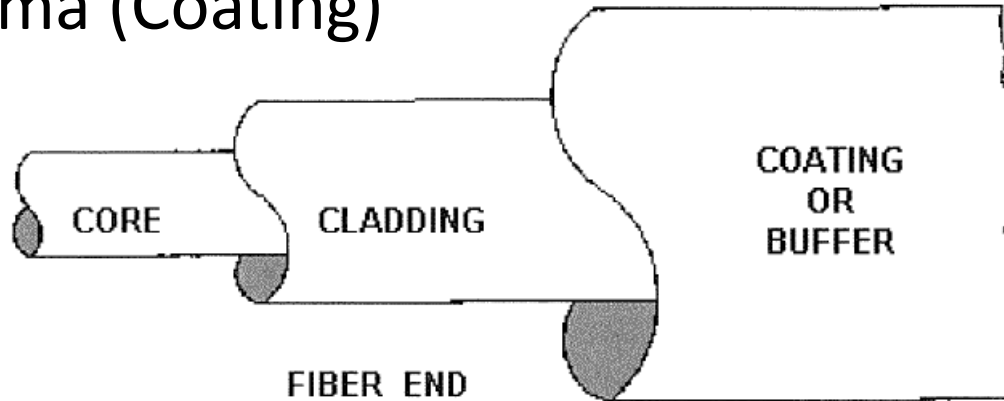


Figure 10.11 - Basic structure of an optical fibre.

## *Çekirdek (Core):*

- Dielektrik malzemedan yapılmış silindirik rod şeklindedir.
- Dielektrik malzeme elektriği iletmez.
- Işığın büyük bir kısmı çekirdekten yayılır.



## *Optik Kılıf (Cladding):*

- Çekirdekten daha küçük kırılma indisine sahip dielektrik malzemedendir.
- Malzemesi genelde cam ya da plastiktir.
- Fonksiyonları:
  - Çekirdekten geçen ışıktaki kaybı düşürür.
  - Çekirdek yüzeyindeki kırılma problemini azaltır.
  - Fiberi, yüzeydeki pisliklerin emilimine karşı korur.
  - Mekanik dayanım sağlar.

## *Kaplama (Coating):*

- Ekstra koruma sağlar.
- Fiberi fiziksel hasara karşı korur.
- Malzemesi plastiktir.
- Mikro bükülmelerden kaynaklı ışık kırılması problemini önler.

## Alıcı:

- Alıcı gelen optik sinyali yeniden elektrik sinyaline dönüştürür.
- Alıcı iki bölümden oluşur:
  - Optik Dedektör: Optik sinyali tespit eder.
  - Sinyal İzleme Devreleri: Optik dedektör çıkışını izler ve transmitter'a giren veri ile alıcıdan çıkan veriyi karşılaştırır.

## *Alıcı:*

- Alıcı, optik sinyali yükseltmeli ve gürültü ya da bozulma olmadan işlemelidir.
- Optik dedektör;
  - PIN (Positive Intrinsic Negative) Diyot ya da
  - APD (Avalanche Photo Diode) olabilir.
- PIN diyot, ışık yoğunluğu ve dalga boyuna göre iletkenliğini değiştirir.

- Fiber optik veri yolu ayrıca, pasif komponentler de içerir:
  - Optik parçalar
  - Konektörler
  - Kuplör (Coupler)
- Pasif komponentler; fiber bağlantılarının, veri yolunun performansını etkilemek amacı ile kullanılır.

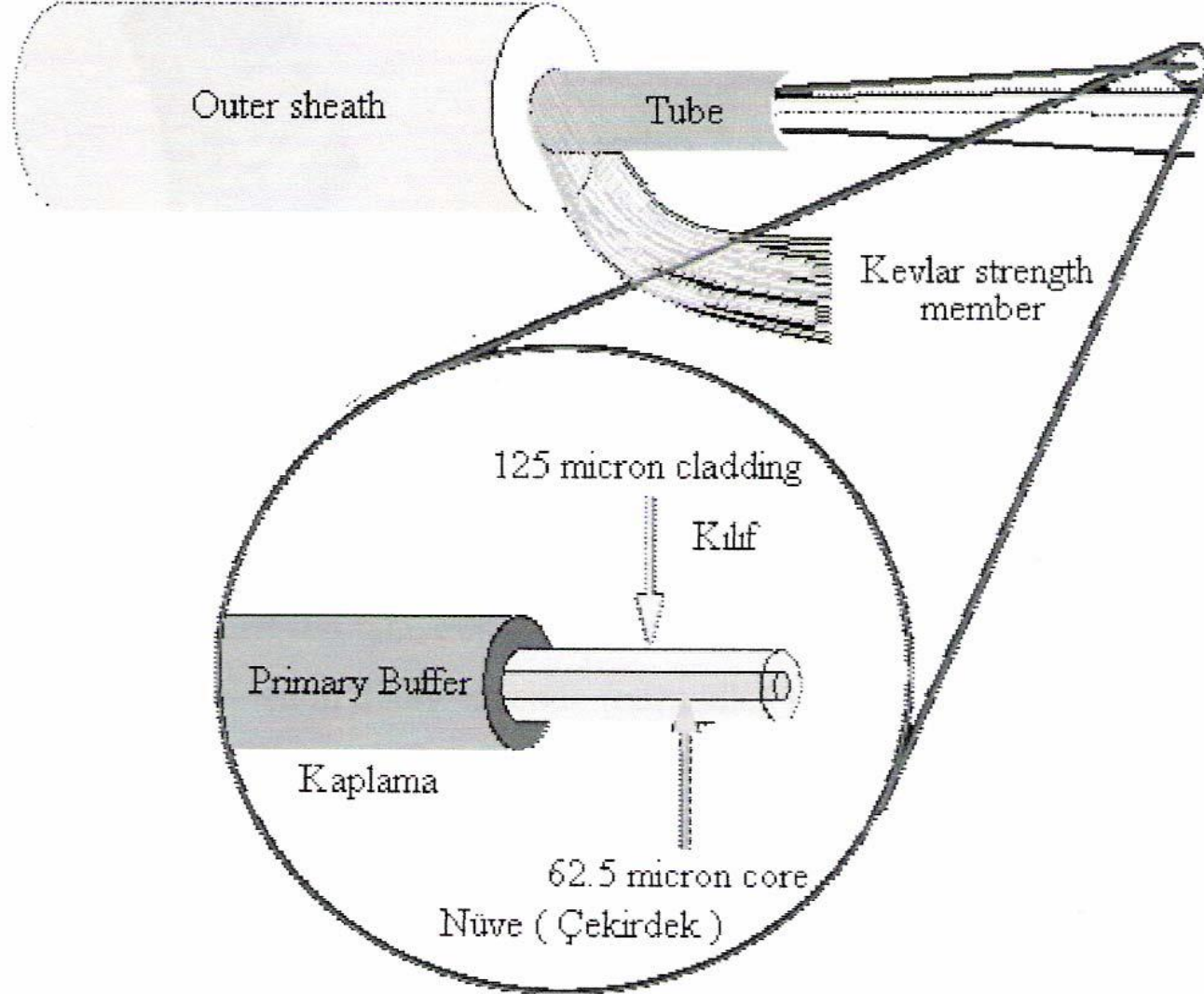
## Fiber Optik Kablo:

- Fiber optik kabloların ışığı ileten kısmı, temel olarak core ( nüve ) ve cladding( kılıf) olmak üzere iki kısımdan oluşur.
- Nüve, ışığın içerisinde ilerlediği ve kablonun merkezindeki kısımdır.
- Çok saf camdan yapılmıştır ve esnektir. Yani belirli sınırlar dahilinde eğilebilir.
- Cinsine göre, tek modlu veya çok modlu oluşuna göre çapı 8 mikrometre ile 100 mikrometre arasında değişir

- Kılıf ise tipik olarak 125 mikrometre çapında nüveyi saran ve fibere enjekte edilen ışının nüveden çıkmasını engelleyen kısımdır.
- Aynı nüve gibi camdan yapılmıştır ancak indis farkı olarak yaklaşık %1 oranında daha azdır.
- Bu indis farkından dolayı ışık ışını nüveye enjekte edildikten sonra kılıfa geçemez (aşırı bir katlanma ya da ezilme yoksa).
- Işın, kılıf nüve sınırından tekrar nüveye döner ve böyle yansımalar dizisi halinde nüve içerisinde ilerler.

- Ayrıca nüve ve kılıfı saran dışta coating (kaplama) dediğimiz saydam bir tabaka daha vardır.
- 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.





- Fiber kablolar multi mod ve single mod olmak üzere iki farklı özellikte üretilmektedirler.
- Multi mod fiber kablolar aynı anda birden fazla iletişim yapma avantajına sahiptirler. Ama multi mod fiberler bu avantajına karşın fazla uzak mesafelerde kullanılamazlar.
- Mesafe uzunsa single mod kablolar kullanılır.

## **Multimod(Çok Modlu) Fiber Optik Kablolar**

Yaklaşık 62,5 mikronluk bir çekirdek çapına sahiptirler ve 850 ile 1300 nanometre arasında dalga boyu değerine sahip kızılötesi lazer ışığını iletirler.

Multimod fiber optik kablolar geniş çekirdek çapının mekanikler üzerinde fazla hata payına izin vermesi sayesinde yüksek duyarlı bağlayıcılara ihtiyaç duymaz. Bu sayede single mod kabloya göre daha ekonomik konnektörler, modüller ve aktif elemanlar kullanılır.

Multimod fiber optik kablolar, çekirdek çaplarına göre

- 62,5/125/250 mikron (Çekirdek Çapı/Kılıf Çapı/Kaplama Çapı)
- 50/125/250 mikron (Çekirdek Çapı/Kılıf Çapı/Kaplama Çapı) olarak iki şekilde üretilir.

Multimod fiber optik kablolar indis yapısına göre iki gruba ayrılırlar:

## 1. Kademe İndisli Multimod Fiber

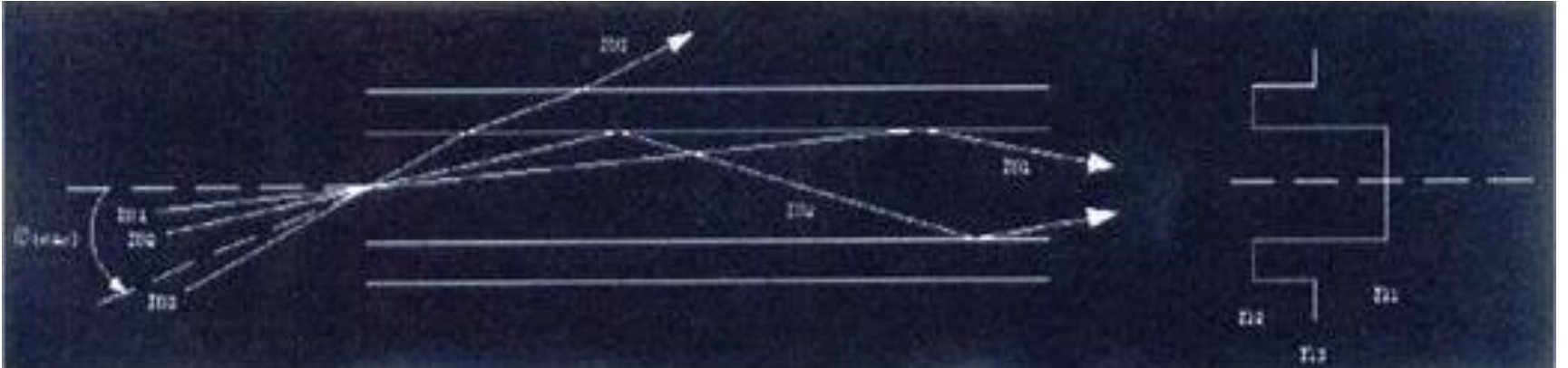
Kademe indisli multimod fiber düzeni, singlemod düzenine benzer; aradaki fark, merkezi çekirdeğin çok daha geniş olmasıdır. Kademe indisli multimod fiberde bant genişliği 10-50MHz/km ve daha fazladır. Bu fiber türü, daha geniş bir ışık-fiber açıklığına sahiptir,



Çekirdek - koruyucu zarf arasındaki sınıra kritik açıdan daha büyük bir açıyla çarpan ışık ışınları, çekirdekteki zikzak şeklinde yayılım yapar ve sürekli olarak sınırdan yansır.



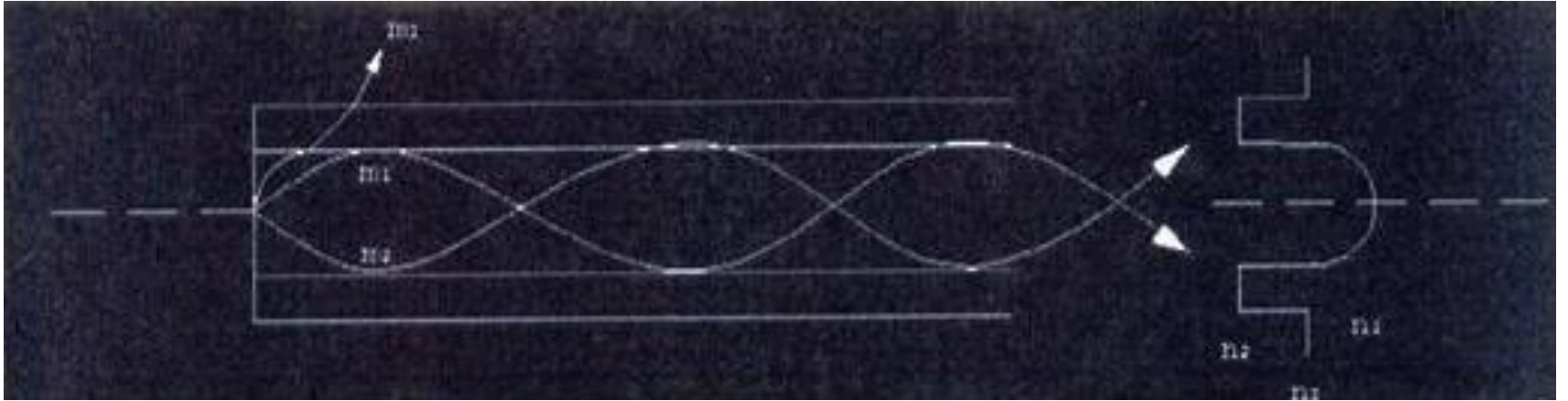
Fiberde yayılım yaparken, bir ışık ışınının izleyebileceği çok sayıda yol olduğu görülebilir. Bunun sonucu olarak, bütün ışık ışınları aynı yolu izlemez, dolayısıyla fiberin bir ucundan diğer ucuna olan mesafeyi aynı zaman içinde kat etmezler.



## 2. Derece İndisli Multimod Fiber

Derece indisli multimod fiberin yapısındaki çekirdeğin indisli yarı çapa bağlı olarak değişir. Yani dışarıdan bakıldığında (çok hassas ve güçlü mikroskoplarla) içten dışa doğru eşmerkezli halkalar halindedir. Bu halkaların her birinin kırılma indeksi farklıdır ve içten dışa doğru gidildikçe kırılma indisli düşer.

Merkezde direkt olarak giden ışık az yol alır; ancak, burada indeks büyüktür. Daha dış katmanlarda giden ışıkların aldıkları yol daha fazladır; ancak, bu katmanlarda indeks küçük olduğundan ışığın hızı indeks profili ile ters orantılı olarak değişir.



## **Multimod Fiber Optik Kabloların Avantajları**

- Fusion Splice (Fiber Sonlandırma) uygulaması sırasında daha geniş çekirdek çapı sayesinde fiber uçları daha kolay hizalanarak daha kısa splice süresi sağlar.
- Kullanılan konnektörler, modüller ve aktif elemanlar singlemod kablolarına göre daha ekonomiktir.
- Işık transferi ve algılamada daha ucuz LED'ler kullanılır.

## **Multimod Fiber Optik Kabloların Dezavantajları**

- Sınırlı hızları nedeni ile özellikle Gigabit uygulamalarda kısıtlı kalmaktadır.
- Kablo fiyatları single mod kablolarına göre daha pahalıdır(yaklaşık 2 katı).
- Erişim mesafeleri single mod kablolarına göre çok kısadır.

## **Singlemod (tek Modlu) Fiber Optik Kablolar**

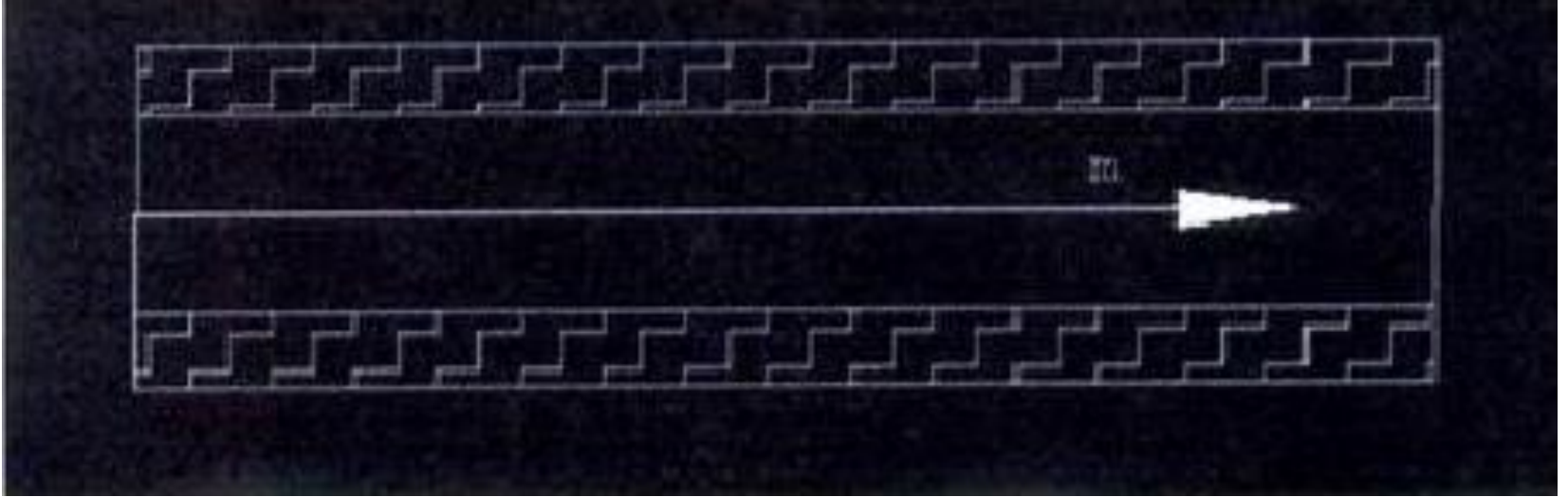
Yaklaşık 9 mikronluk çapa sahip olan ince merkezli kablolardır ve 1300 ile 1550 nanometre arasında dalgaboyu değerine sahip kızılötesi lazer ışığını iletirler. Bu kablo çekirdeğinin 9 mikron gibi çok küçük bir çapa sahip olması sayesinde ışığın kabloda yayılım yaparken izleyebileceği tek bir yol vardır. Fiberde spesifik bir dalgaboyunda ilerleyen sadece bir ışık modu ya da doğrultusu vardır.



Ayrıca bu kablo türünde tek bir ışık modu olduğu için modsal yayılım söz konusu değildir. Bu durum daha az yayılma kaybı ve daha çok bilgi taşıma kapasitesi sağlar.



**KAPADOKYA**  
**ÜNİVERSİTESİ**  
— Akıl - Ahlak - Adalet - Adap —



## **Singlemod Fiber Optik Kabloların Avantajları**

- Çok büyük sistem erişim mesafelerinde(100 km.ye kadar) sorunsuz kullanılabilir.
- 10 Gbps hıza kadar yüksek band genişlikleri ve yüksek hızları destekler.
- Singlemod fiber kablonun fiyatı multimod kabloya göre 2 kat daha ucuzdur.

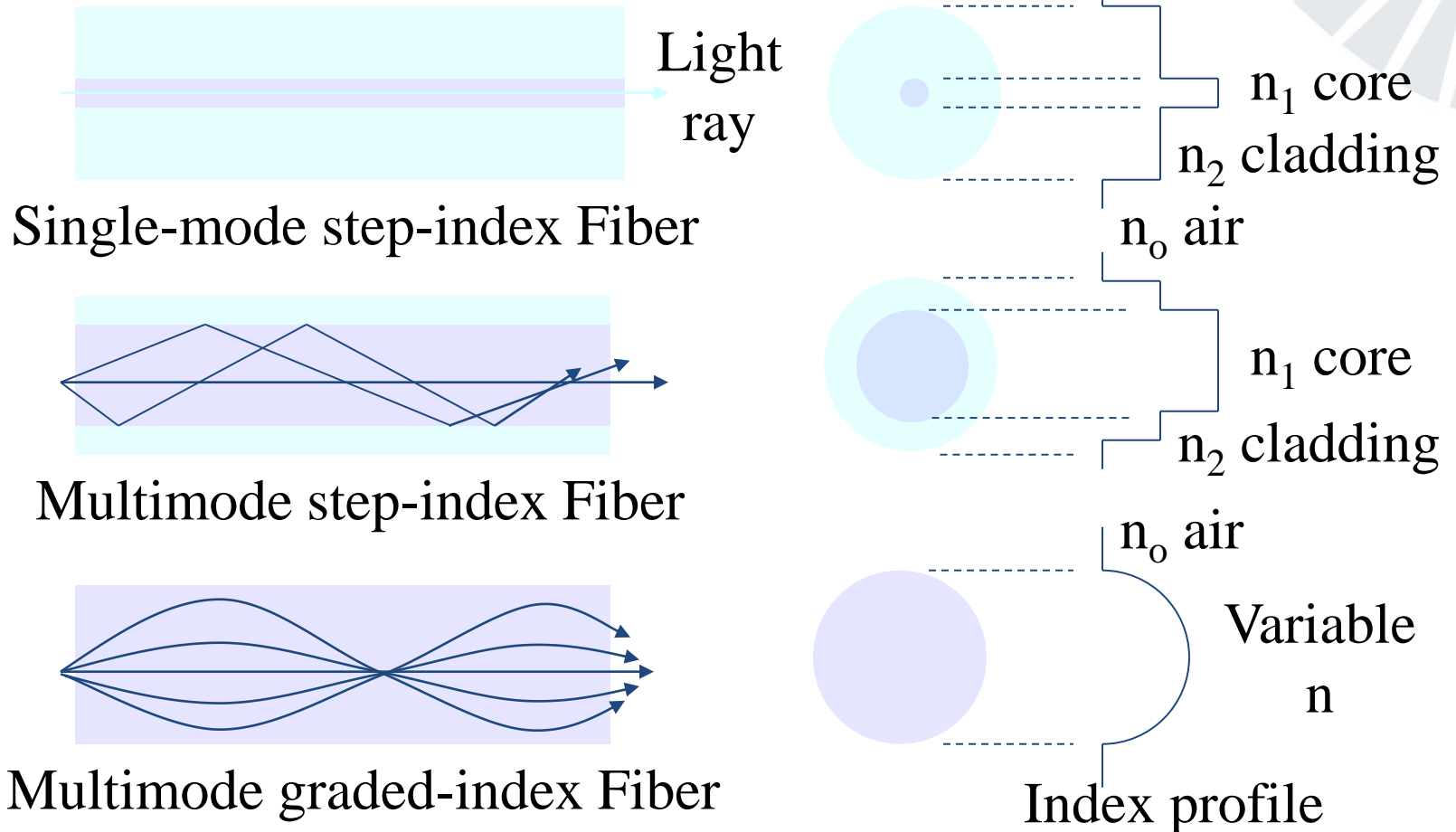
## **Singlemod Fiber Optik Kabloların DEZavantajları**

- Daha küçük çekirdek çapı nedeniyle Fusion-Splice(Fiber sonlandırma) uygulaması daha zahmetli ve uzun süreli olur.
- Küçük çekirdek çapından dolayı kusursuz bağlayıcılara ihtiyaç duyar bu yüzden konnektör ve Pig-Tail fiyatları çok pahalıdır.

## **Singlemod Fiber Optik Kabloların DEZavantajları**

- İletişimde LED'lere oranla çok daha pahalı lazer diyotlar kullanılır.
- Singlemod fiber modülleri, dönüştürücü cihazları ve aktif ürünleri çok pahalıdır.

## Types Of Optical Fiber



## Fiber optik veri iletiminin elektriksel kablo yoluyla yayılıma karşı avantajları:

- Daha iyi sistem performansı
- Geniş ölçüde artırılmış bant genişliği ve kapasite
- Daha düşük sinyal zayıflaması
- Elektriksel gürültüye dayanım

## Fiber optik veri iletiminin elektriksel kablo yoluyla yayılıma karşı avantajları:

- Parazit yok.
- Daha düşük hata oranları
- Daha iyi sinyal güvenliği
- Yalıtkanlık, Elektrik izolasyonu
- Genel topraklamaya ihtiyaç yoktur.
- Kıvılcım ve kısa devre problemleri yoktur.
- Boyut ve ağırlıktan kazanç sağlar.
- Çevresel koruma



## Fiber optik veri iletiminin elektriksel kablo yoluyla yayılıma karşı avantajları:

- Radyasyon ve korozyon direnci
- Sıcaklık değişimine karşı direnç
- Gelişmiş esneklik
- Sert çevre koşullarında daha az kısıtlayıcı

## Fiber optik veri iletiminin elektriksel kablo yoluyla yayılıma karşı dezavantajları:

- Teknolojinin yeni olması sebebiyle komponentler pahalı.
- Transmitter ve reciever'lar elektriksel ara yüzlere oranla daha pahalı.
- Endüstrideki standardizasyon eksikliği, fiber optiklerin kabulünü sınırlamaktadır.
- Bir çok endüstri, elektrik sistemleriyle çalışmaktadır ve fiber optik sistemine geçmeye isteksizlerdir.

## Bağlantı Uçları:

- Bu bölümde optik gücün bir komponentten diğerine nasıl aktarıldığı anlatılmaktadır.
- Fiber optik bağlantılar, optik gücün bir komponentten diğerine transferini sağlar.
- Sistem bağlantısı;
  - Ek yeri (Splice),
  - Konnektör,
  - Bağlaştırıcı (Coupler) içerir.

## *Ek yeri (Splice):*

- İki fiber ya da iki grup fiber arasında kalıcı bağlantı elemanıdır.
- Fiber optik splice'ları; montaja, kazaya veya gerilime bağlı olarak oluşan hasarlı fiberlerin tamir edilmesine, değiştirilmesine olanak tanır.
- Splice'lar tekrarlı söküm takımının gerekli olmadığı yerlerde kullanılırlar.

- İki tip splice türü vardır:
  - Mekanik Splice
  - Füzyon Splice
- Mekanik splice, mekanik bağlantı ve malzemelerle yapılan fiber bağlantısıdır.
- Füzyon splice, iki fiberin uçlarının bölgesel olarak ısıtılıp birleştirilmesiyle yapılan bağlantıdır.

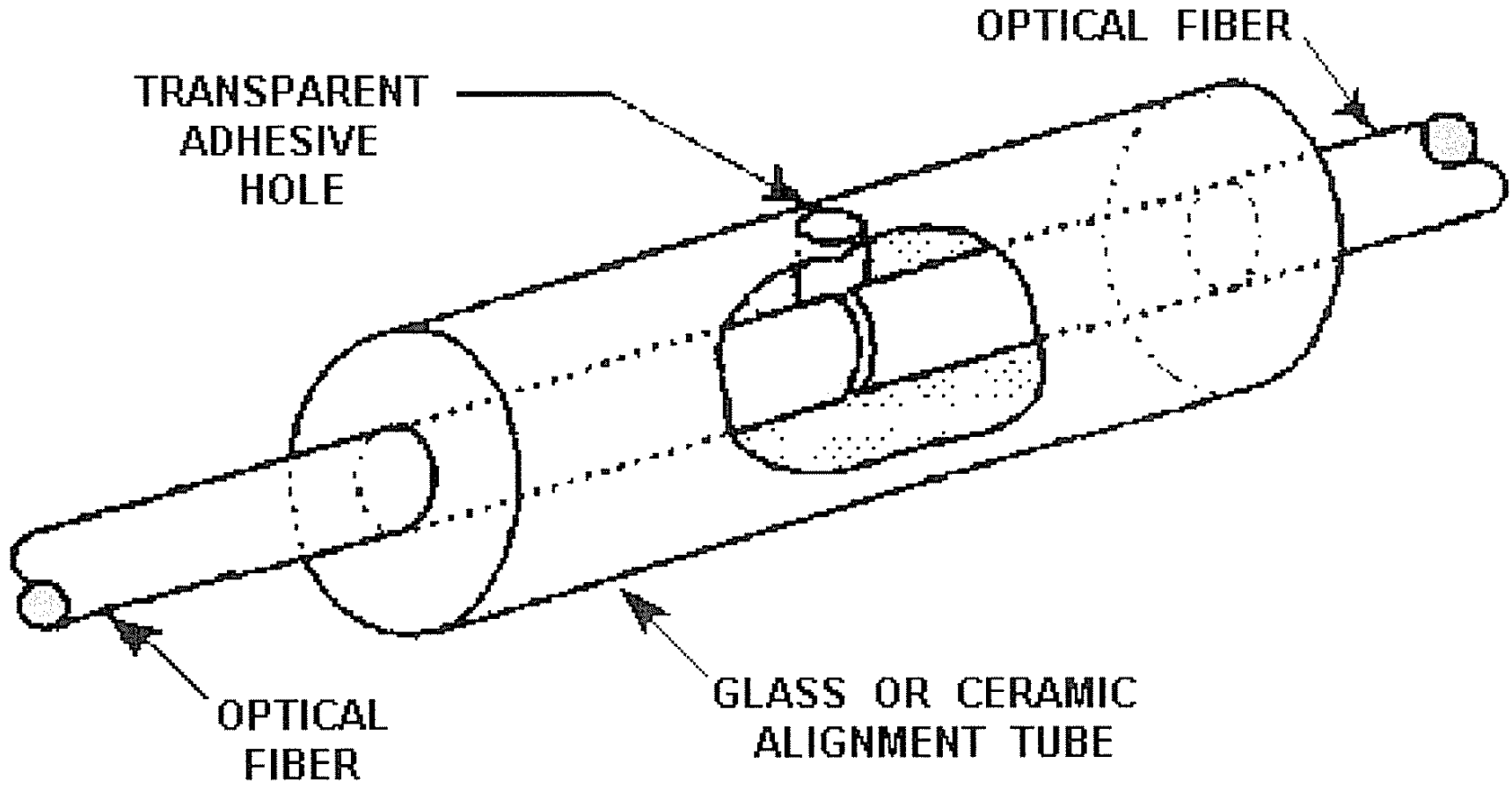
- Fiber bağlantısı yapılırken iki tür hizalama vardır:
  - Pasif Hizalama: Fiberlerin yüzeylerinin hizalanmasıdır.
  - Aktif Hizalama: Işık kullanılarak çekirdeklerin hizalanması yapılır.

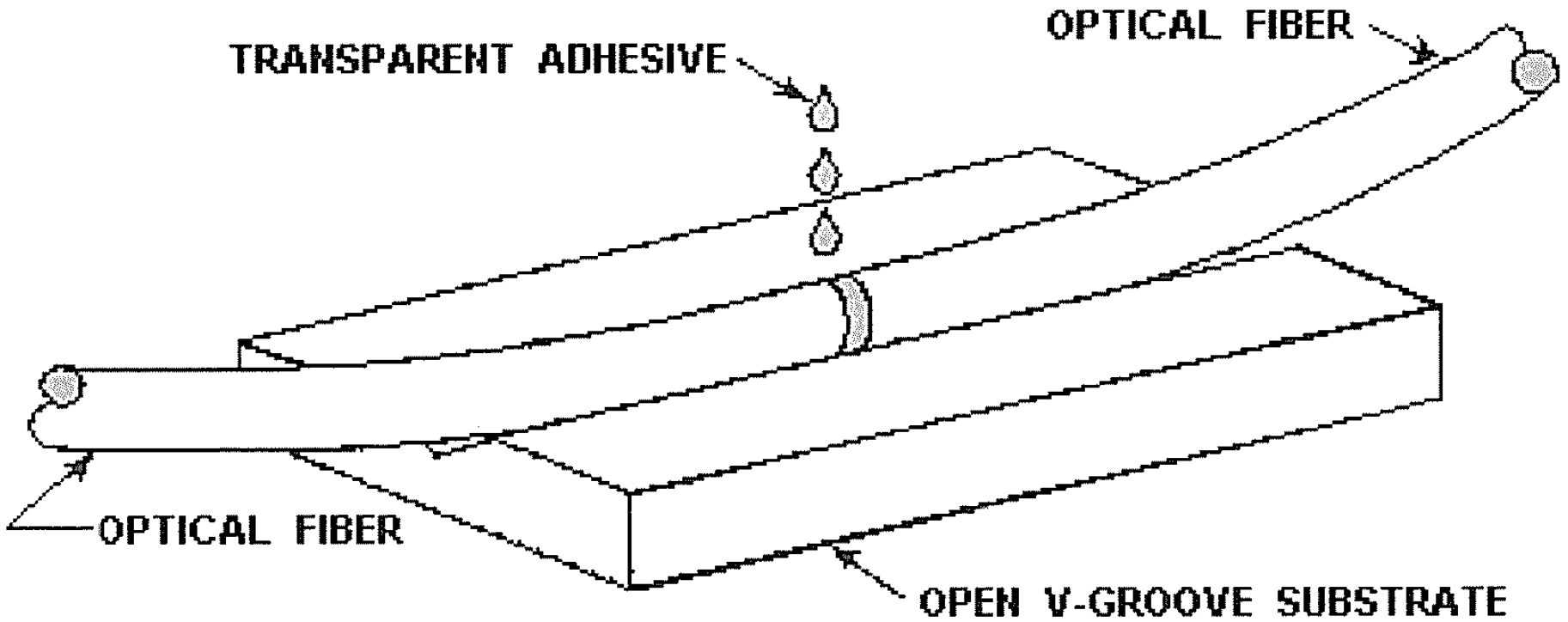
## *Mekanik Splice:*

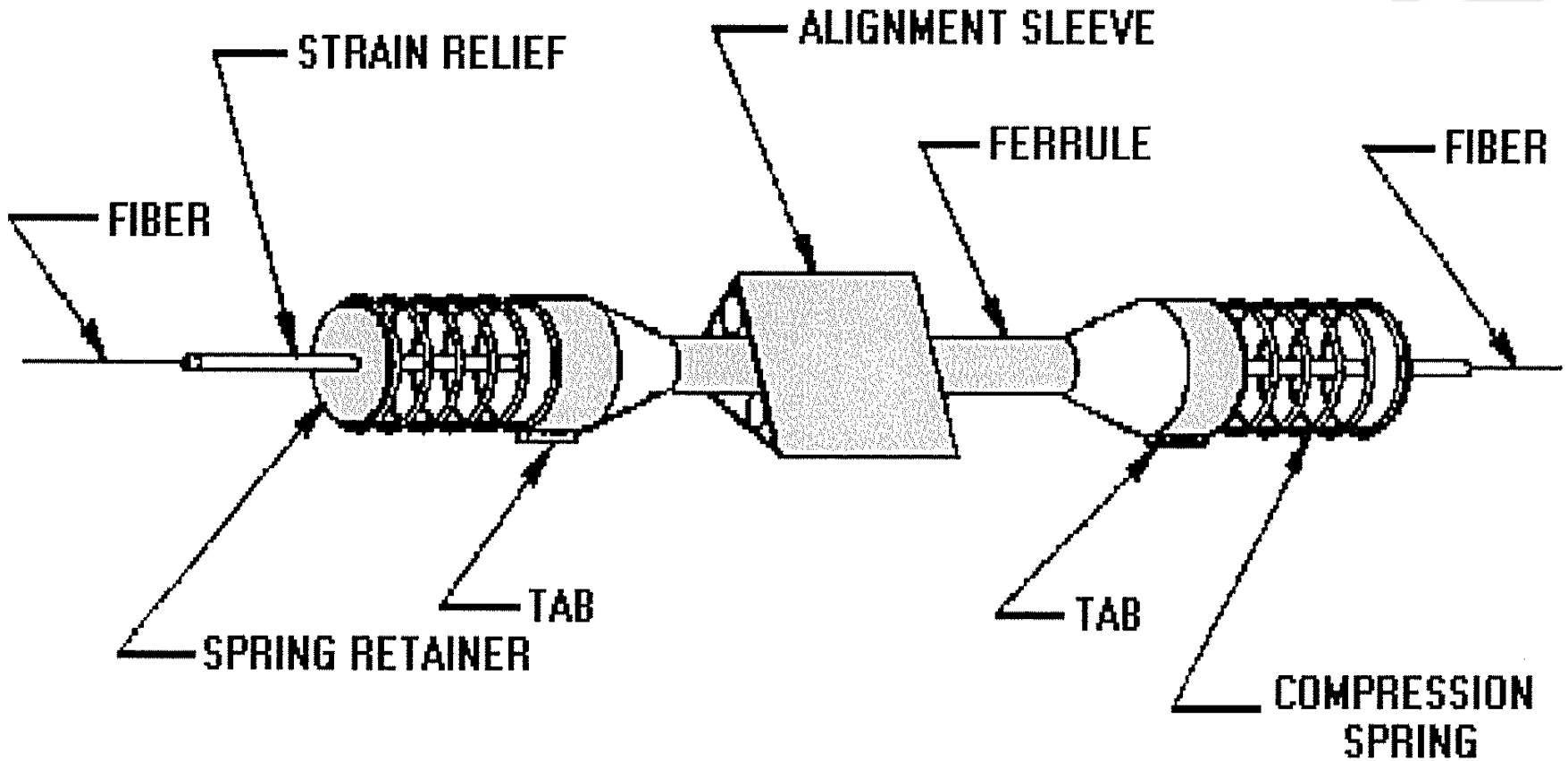
- Aktif ya da pasif hizalama yapılabilir.
- Aktif hizalamada ışık kaybı pasif hizalamaya göre daha azdır.
- Yine de pasif hizalamadaki ışık kaybı kabul edilebilir düzeydedir.
- Mekanik bağlantı sonrası ışık kaybı olması gerekenden fazlaysa, bağlantı açılır ve yeniden hizalama yapılır.

- Mekanik bağlantıya dışarıdan herhangi bir negatif etki gelmezse, iki fiberi hizalı bir şekilde süresiz tutabilir.
- Bir çok mekanik bağlantı çevresel ve mekanik olarak stabildir. Işık kaybı sabittir.
- Mekanik splice'lar; plastik, cam, metal, seramik tüplerin V-kanalı ve döner cihazlarla bağlantısını içerir.









## *Füzyon Splice:*

- İki fiber ucunun birlikte bölgesel olarak ısıtılmasıyla yapılır.
- Birleştirme işlemi yapılmadan önce fiber uçlarının kaplamaları kaldırılır.
- Fiber uçları düzgün ve pürüzsüz olmalı.
- Fiber uçlarının kalitesi mikroskopla incelenir.
- Füzyon bağlantıda ışık kaybı miktarı doğrudan birleştirilecek uçların kalitesi ve doğru açıda olmasına bağlıdır.

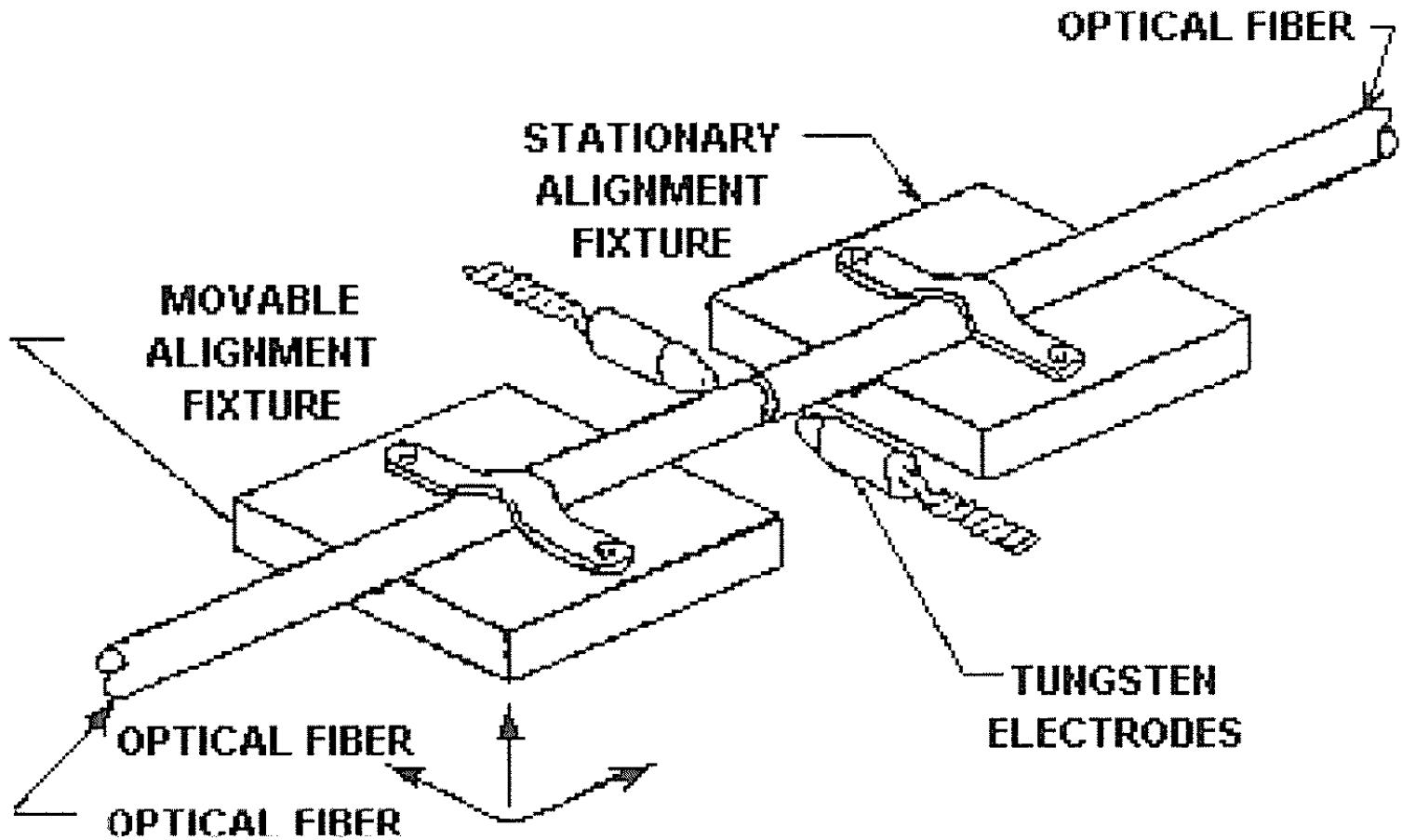


Figure 10.58 - A basic fusion splicing apparatus.

## *Konnektör:*

- İki fiber ya da iki grup fiber arasında sökölüp takılabılen bağlantı elemanıdır.
- Tasarımı nedeniyle, yapılan tekrarlı söküm takımlar sonucunda önemli miktarda ışık kaybı olmaz.

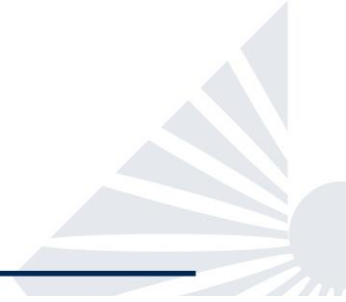
- Fiber optik konnektörleri çevresel koşullardan etkilenmemeli.
- Fiber optik konnektörler güvenilir olmalı.
- İki tip fiber optik konnektörü vardır:
  - Butt-Jointed
  - Expanded-Beam

## *Bağlaştırıcı (Coupler):*

- Konnektörlerden daha karmaşık bağlantı gerektiğinde kullanılır.
- Bir fiberden gelen optik gücü birden fazla fibere dağıtan cihazdır.
- Ayrıca birden fazla kaynaktan gelen optik gücü tek bir fibere de bağlayabilir.



- Örneğin 1x2 bağlantıda, iki çıkışta da güç giriş gücünün yarısından azdır.
- Bağlaştırmacılar:
  - Aktif
  - Pasif



**N INPUT PORTS**

**M INPUT PORTS**

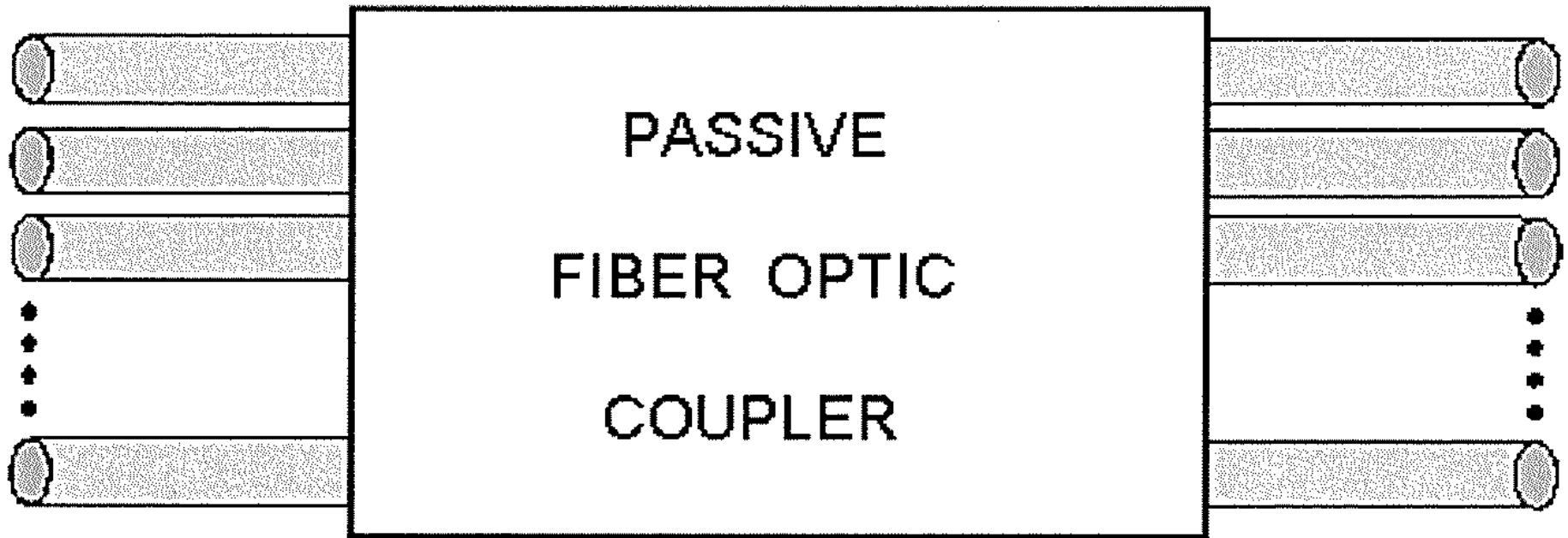
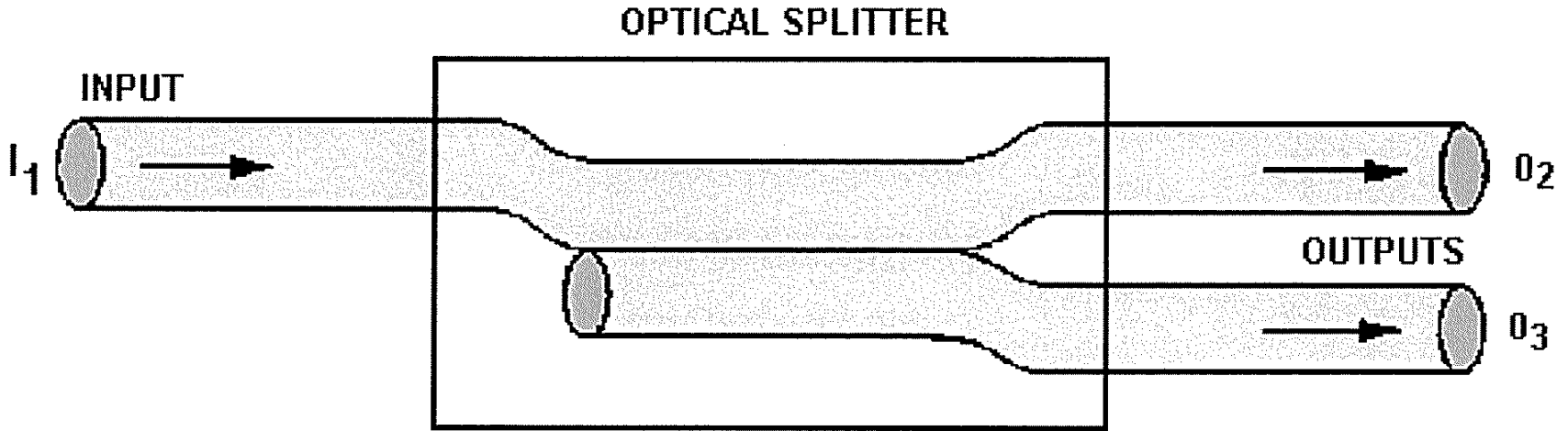


Figure 10.69 - Basic passive fibre optic coupler design

- Optik dağıtıcı (Optical Splitter): Bir giriş gücünü iki çıkışa dönüştüren pasif bir cihazdır.



10-70 - Optical splitter.

- Optik birleştirici: İki girişi tek çıkışa birleştiren pasif cihazdır.

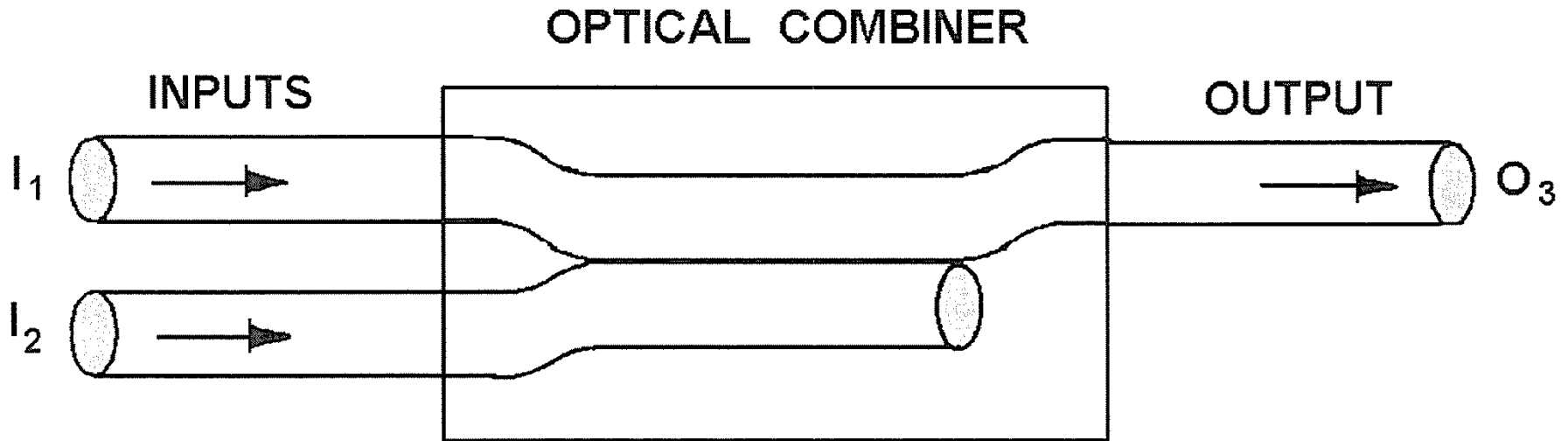
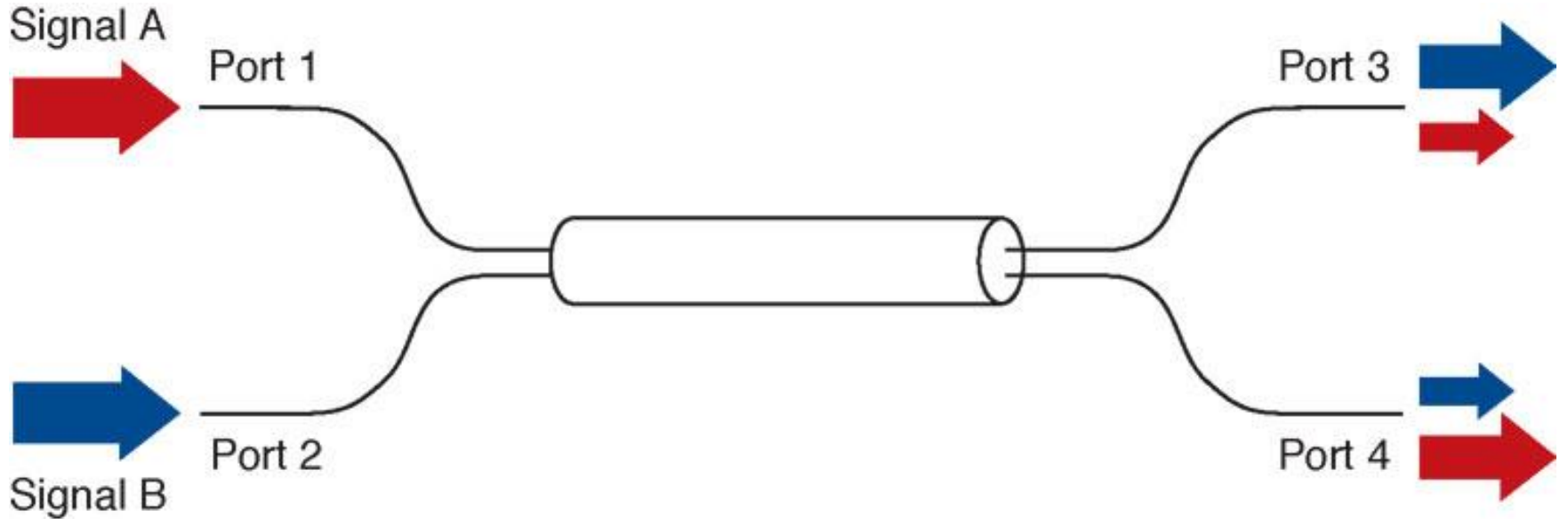


Figure 10.71 - Optical combiner.

- X Coupler: optik dağıtıcı ve birleştiricinin özelliklerini taşır. Bir diğer adı 2x2 coupler.



## Fiber Optiğın Hava Aracı Sistemlerinde Uygulanması

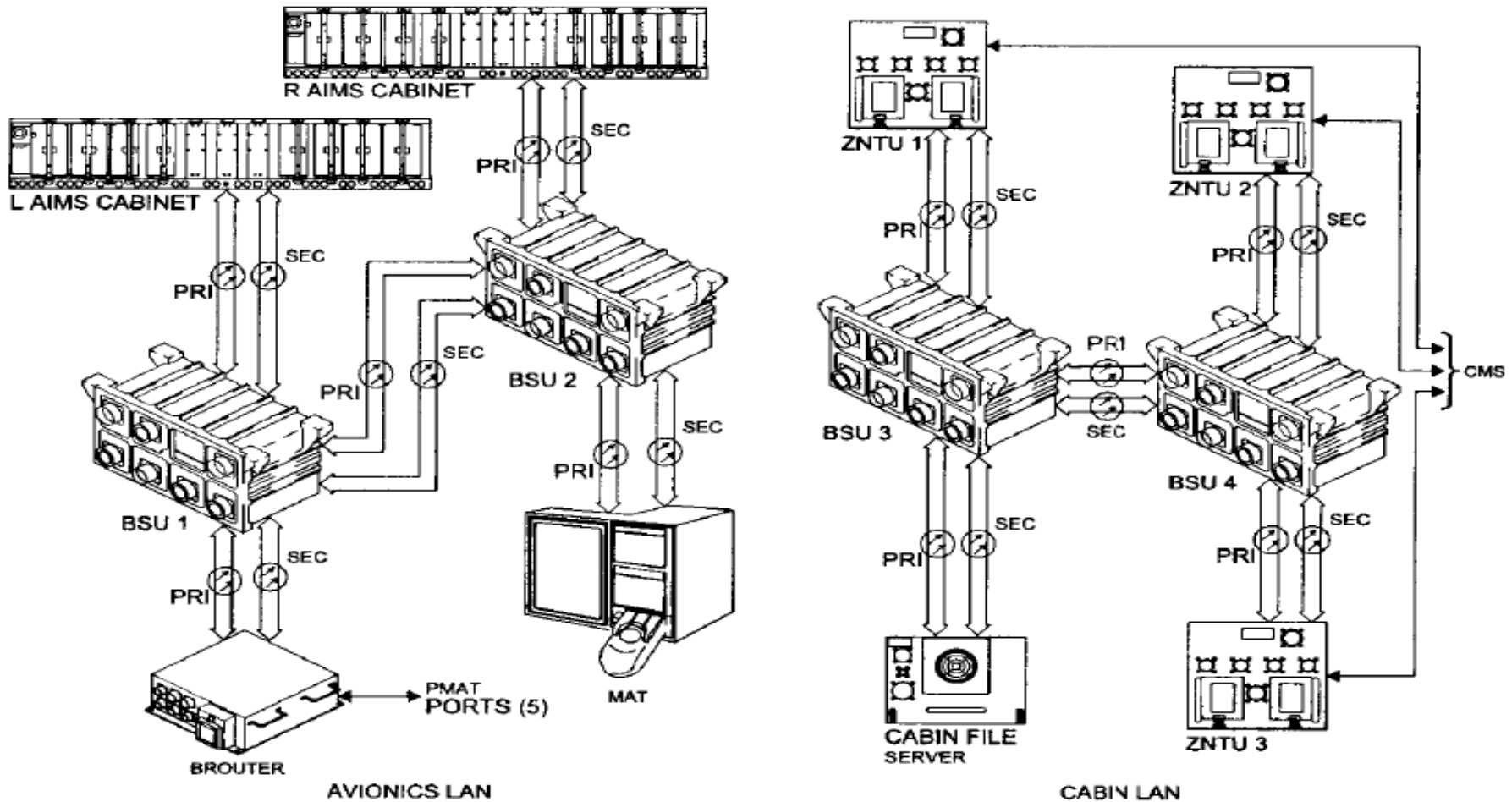
- B777 uçaklarında, OLAN (Onboard Local Area Network) adı verilen fiber optik iletişim ağı kullanılmaktadır.
- OLAN iki bölümde incelenir:
  - Avionics Local Area Network (LAN)
  - Cabin LAN

- Aviyonik LAN aşağıdaki LRU'ları birbirine bağlar:
  - Left and Right AIMS (Aircraft Information Management System)
  - MAT (Maintenance Access Terminal)
  - First Officers Side Display
  - Captains Side Display
  - B-Router

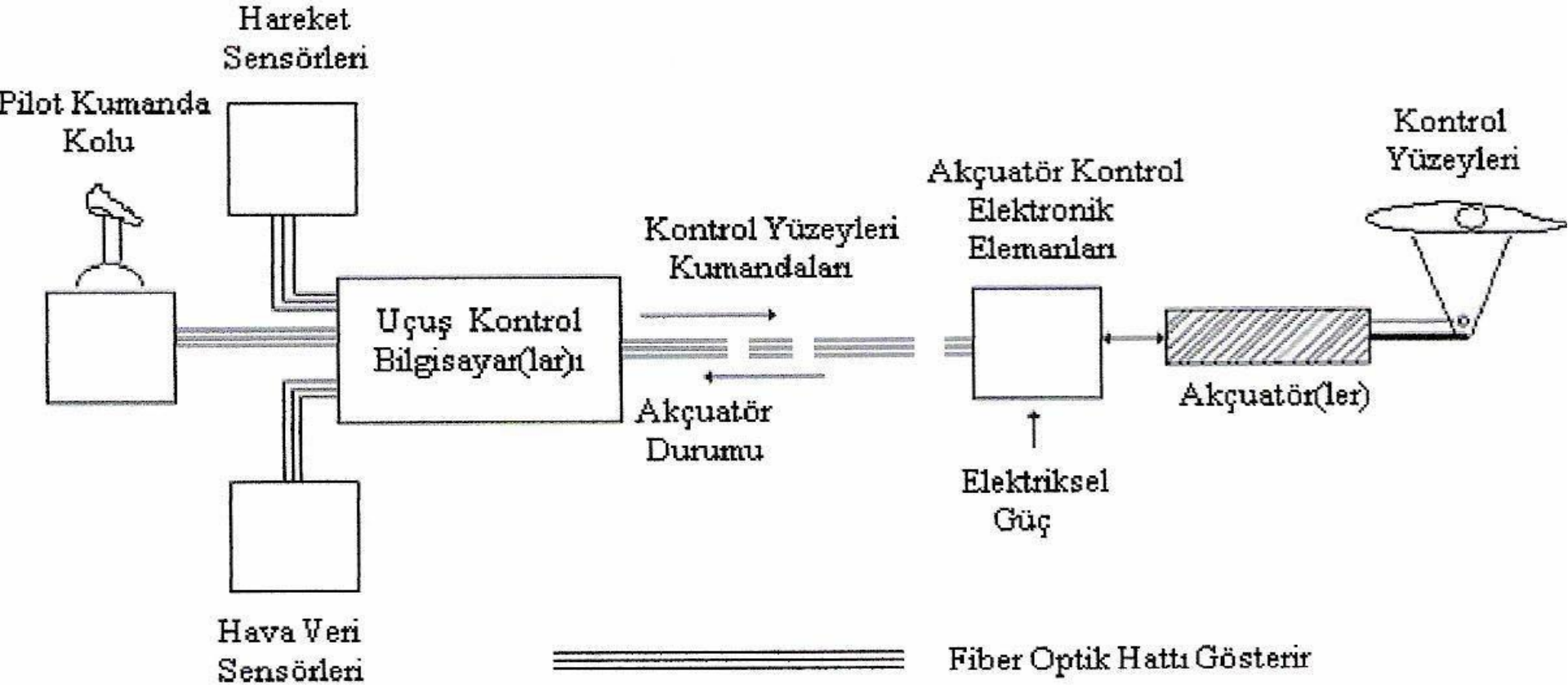
- Kabin LAN aşağıdaki LRU'ları birbirine bağlar:
  - ZNTU 1,2,3 (Zone Network Controller/Telephone Distribution Network)
  - CFS (Cabin File Server)



**Figure 5: Onboard Local Area Network**

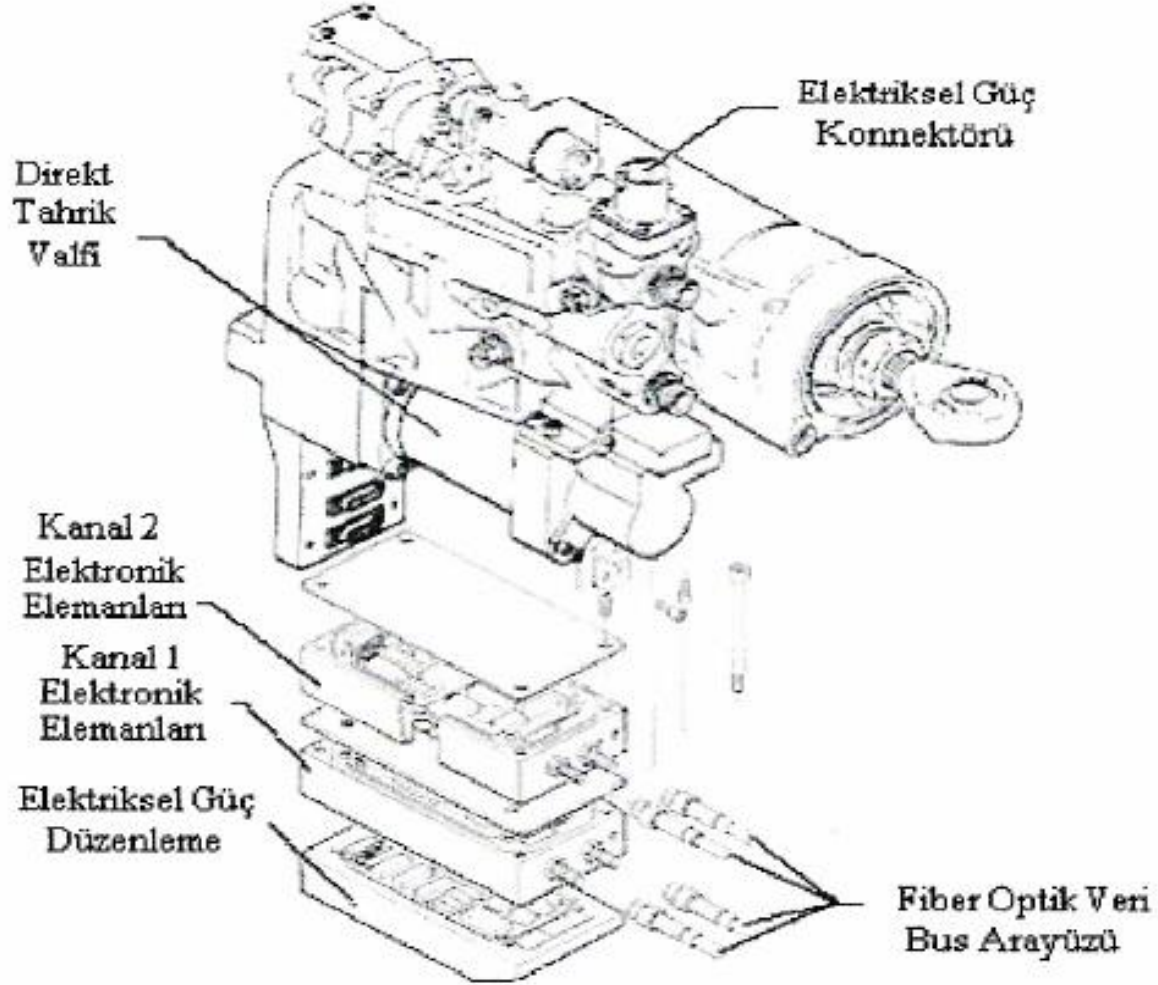


- Fiber optik hatların uçuş kontrol sisteminin pilot lövyesi, sensörler, uçuş kontrol bilgisayarları, akçuatör kontrol elemanları gibi temel elemanlarını bağlamak amacı ile kullanılması Fly-By-Light olarak adlandırılmıştır.



## Fly-By-Light uçuş kontrol sistemi

- Smart akçuatör, ilk olarak F-18 uçağının kanatçık akçuatör operasyonel gerekliliklerini tamamlamak için dizayn edildi.
- Bu akçuatör basit hidrolik destekli ve standart F-18 akçuatörü kadar uygun, düzgün ve fonksiyonel olacak şekilde tasarlandı.



Şekil 3.2: Smart akçuatör

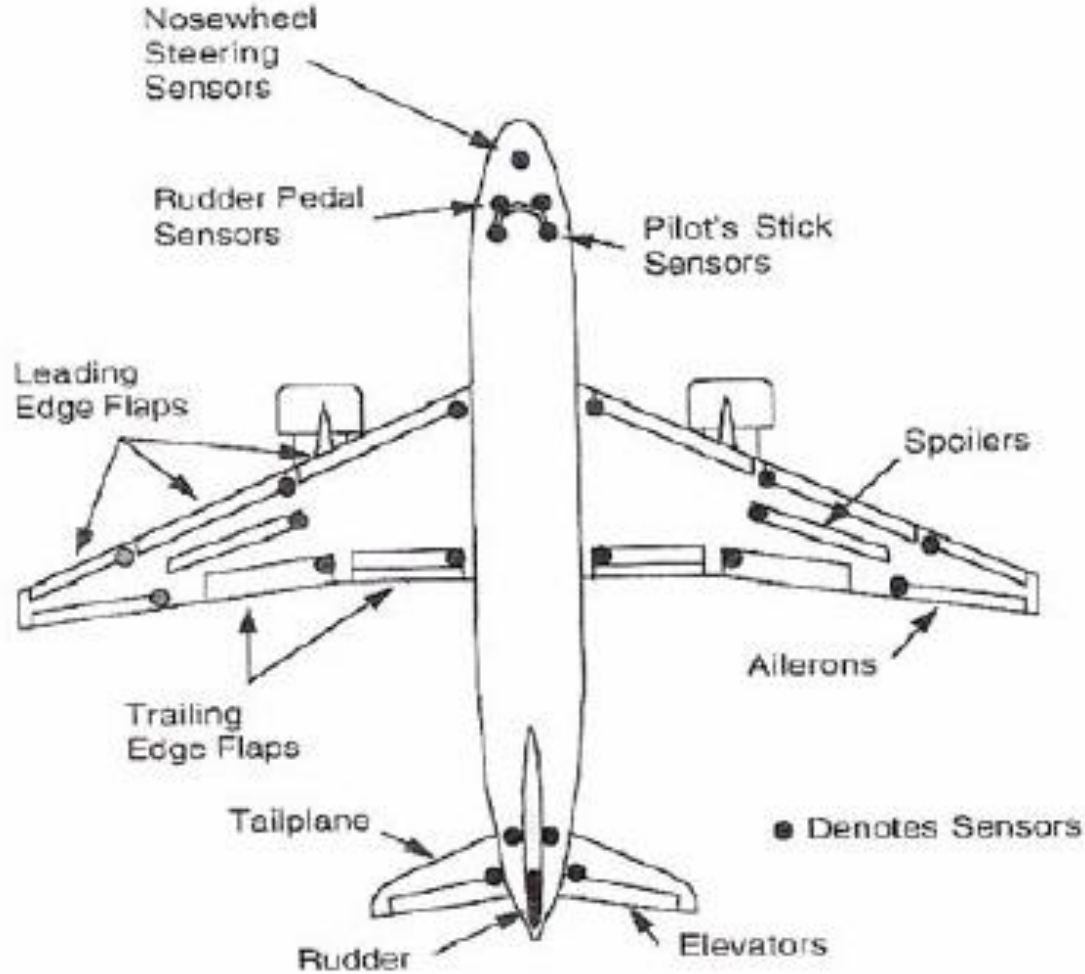
- Fly-By-Light teknolojisinin ilk uygulamalarından biri, en eski hava araçlarından olan ve airship diye adlandırılan hava aracında kullanılmıştır.



## Optik Sensörler:

- Gerek askeri, gerekse sivil uçaklarda uçuş kontrol sisteminde çok sayıda optik sensör mevcuttur.
- Bunların çoğu çift yönlü olarak çalışmaktadır. Bu optik sensörleri çoğu uçağın uç kısımlarına yerleştirilmiştir ve yapıya bağlanan ekipmanlara göre daha az izole edilmiş durumlardadır.

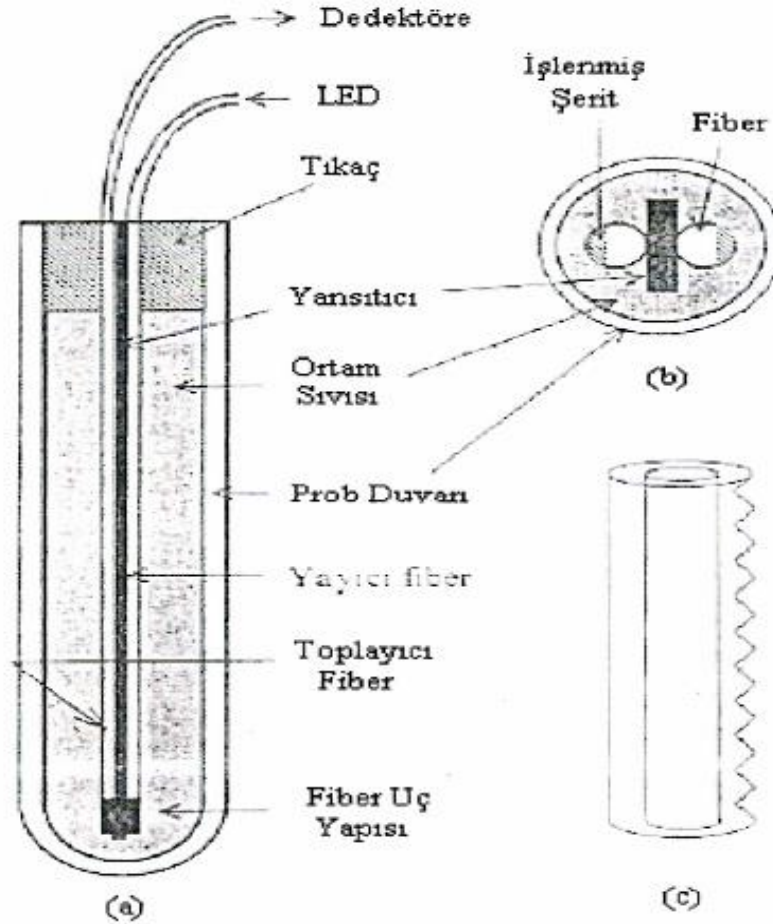




Şekil 5.4 Sivil uçak üzerinde optik sensörlerin yerleri [18]

## Yakıt Seviyesinin Ölçülmesi:

- Fiber optik sensörlerle yapılan, sürekli veya aynı sıvı seviyesi ölçmeleri, genellikle, ölçülecek sıvı içinde kırılması esasına dayanır.
- Prensibi ise, sıvı seviyesinin yükselmesi ile yayıcı fiberden toplayıcı fibere giren ışık miktarındaki azalmaya bağlı olarak kontrol edilen akım miktarının azalması şeklindedir.

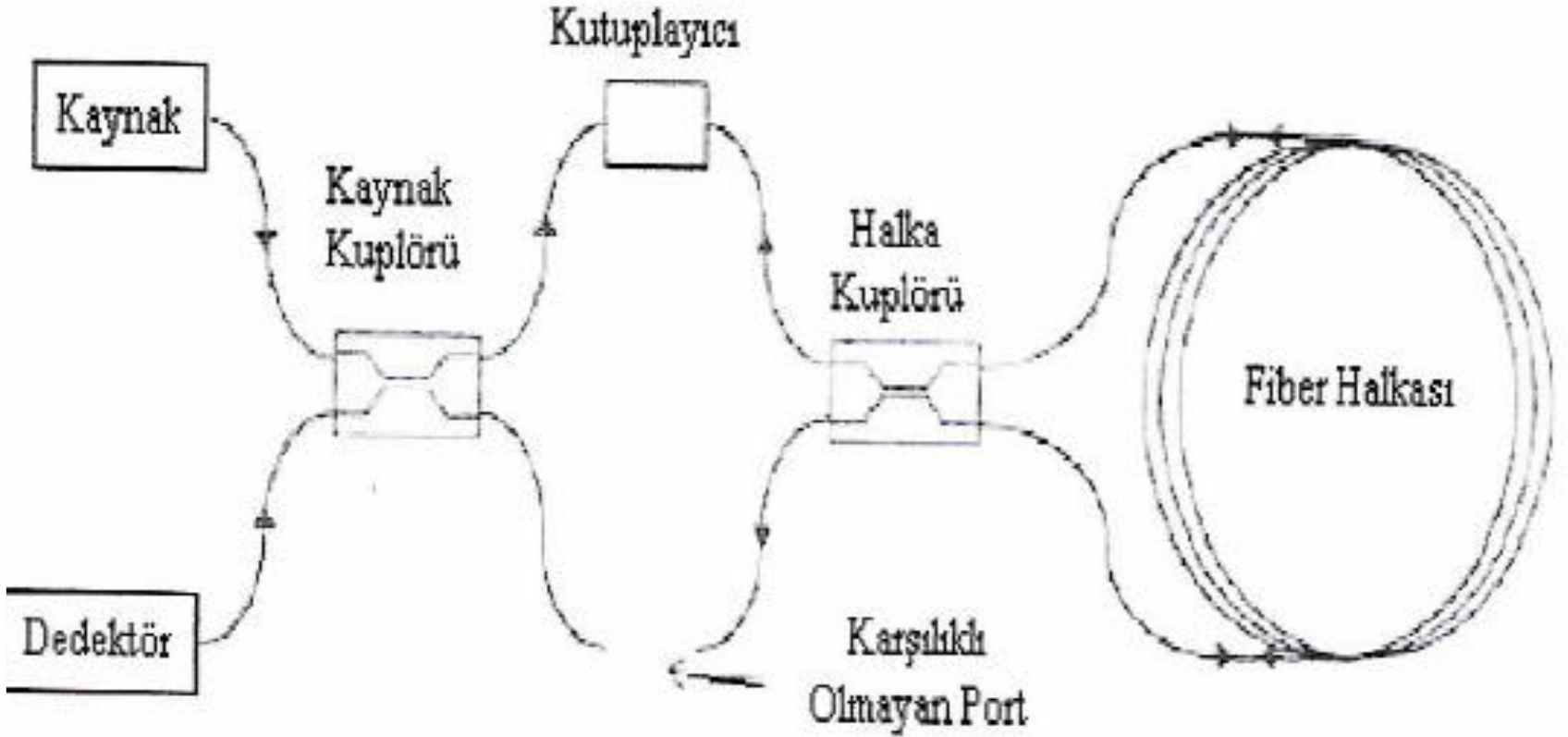


Fiber optik sıvı seviye ölçümü, (a) Sensör probu, (b) Probu kesiti, (c) İşlenmiş şerit



## Jiroskopik Ölçümler:

- Sagnac etkisi esaslı Fiber Optik Jiroskop (FOJ)'lar çok hızlı çalışmaya başlama, sinirsiz sayılabilecek kadar uzun yedekte bekleme süresi, sıcaklık, şok ve titreşime çok iyi dayanıklılık gösterme gibi üstünlükleri vardır.
- Teorik olarak bakım gerektirmezler ve çok düşük maliyetlerde üretilebilirler.



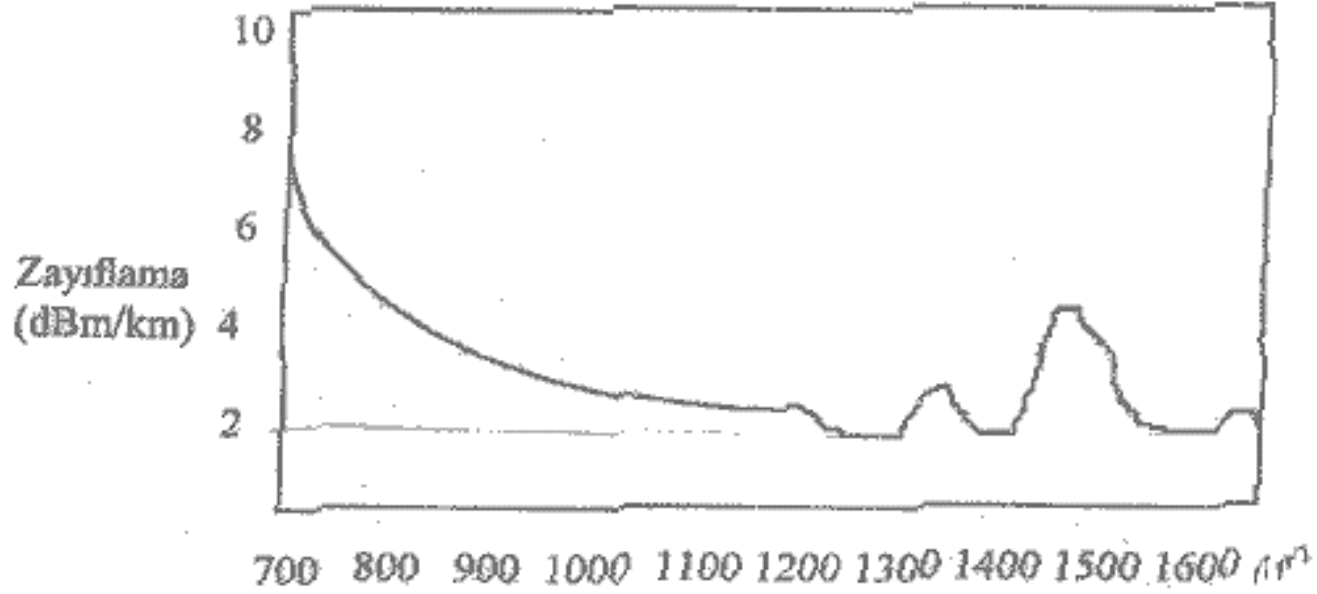
**Şekil 3.11: Tamamen fiberli jiroskop**

## Zayıflama

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. Ancak ışının dalga boyu ile de ilgilidir.



### Fiberin Spektral Zayıflaması



Zayıflamanın en fazla olduğu bölgeler 730-950 nm ve 1250-1380nm bölgeleridir. Bu bölgelerde çalışmamak daha avantajlı olur. Zayıflama iki sebepten dolayı olur; saçılma ve absorblama. Bunları inceleyecek olursak;



## **SAÇILMA:**

saçılma gelen ışının yabancı bir maddeye çapmasıyla oluşan dağılma ve ışık kaybıdır. Her ne kadar birinci bölümde fiber camının çok saf olduğunu iddia ettiysek de dünyada saf madde olmadığı gibi saf camda yoktur.

İşin biraz daha detayına inerse saçılma uzun dalga boyundaki ışınlarda çok daha küçük bir etkiye sahiptir. Matematiksel olarak saçılma dalga boyu ile ters orantılı olduğundan kısa dalga boyundan uzun dalga boylarına geçildikçe hızla azalır, ama asla **sıfır olmaz**.

## SAÇILMA:

820nm de :2,5db

1300nm de :0,24db

1550nm de :0,012db

gibi değerlerde seyreder.

## **ABSORBLAMA:**

bu olayda saçılmayla aynı nedenden yani gelen ışının yabancı bir maddeye çapmasıyla oluşur. Temel farklılık saçılma, ışığın dağılması şeklinde bir bozuklukken, absorblama ışığın sönmümlenmesi söz konusudur. Fiber içindeki yabancı maddeler (örn: kobalt, bakır krom) absorblamaya neden olur.

## Gelişim:

Uçak mühendisliğinde fiber optik tekniklerindeki araştırma hala sürmektedir. Temel avantajlarından ötürü bütün aviyonik sistemlerde daha fazla önem kazanacaktır.

Örneğin, uçak üstündeki projeler arasında kritik uçuş kontrol sistemleri için fiber optiklerin değerlendirilme denemeleri, ileri düzey hava verisi edinme sistemleri ve merkezi hidrolik sisteme bağlanmayı gerektirmeyen elektrikselsel-güçlü uçuş kontrol kumandaları bulunmaktadır. Yeni teknolojiler daha hafif ve daha verimli yüksek performanslı ve daha güvenli uçak tasarımlarına zemin hazırlar.