

V. İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ ULUSAL SEMPOZYUMU (İTUSEM 2013)

16-17 Mayıs 2013

İzmir

RAYLI SİSTEMLERDE OPTİK HABERLEŞME SİSTEMLERİ

Yrd.Doç.Dr. N. Özlem ÜNVERDİ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Elektrik - Elektronik Fakültesi

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü

Esenler, İstanbul



16.05.2013

İÇERİK

1. GİRİŞ

2. RAYLI SİSTEMLERİN TARİHSEL SÜRECİ

**3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL
MEKANİZMASI**

4. OPTİK HABERLEŞME SİSTEMLERİ

5. SONUÇLAR

1. GİRİŞ

- Raylı sistemlerde yük ve insan taşıma
- **Raylı sistemler :**
 - İnşaat mühendisliği
 - Makina mühendisliği
 - Elektrik mühendisliği
 - Elektronik mühendisliği
 - Haberleşme mühendisliği
 - Kontrol mühendisliği
 - Kumanda mühendisliği
- Disiplinler arası işbirliği
- Raylı sistemlerde çalışan mühendisler,
 - a) Altyapının sağlanması
 - b) İletişim sisteminin seçimi
 - c) Trafik analizinin kontrolü ve tasarımı
 - d) Raylı sistemin montajı ve bakımından sorumludur.

2. RAYLI SİSTEMLERİN TARİHSEL SÜRECİ

- Sanayi Devrimi – Fabrikalaşma
- Üretim ve ürünlerin sevk edilmesi
- **Buhar makinasının** bulunması - **Ulaşımı** daha kolay ve ucuz hale gelmesi
- **1769** : Fransız bilim adamı **Nicolas Joseph Cugnot**,
- **1786** : İngiliz makina mühendisi **William Murdoch**, buhar gücünü karayolu ulaşımında kullanmıştır.
- **1801** : İngiliz maden mühendisi **Richard Trevithick**, buhar gücü ile çalışan lokomotif demiryolunda denemiş, ancak, demir raylar, **lokomotiflerin ağırlığı** nedeniyle zarar görmüş ve demiryollarının gelişimi olumsuz yönde etkilenmiştir.

Demiryolu Taşımacılığı

- **Demiryolu Taşımacılığı :**
 - **1829 :** İngiliz makina mühendisi **George Stephenson**'un ürettiği **ray ve lokomotifler** ile İngiltere'de demiryolu taşımacılığı artmıştır.
 - **1832 :** Fransa
 - **1835 :** Almanya ve Belçika
- **19. yüzyılda,** demiryolu aracılığı ile sanayi ürünlerinin taşınması hızlanmış ve sonraki yıllarda demiryolları dünya üzerinde yaygınlaşmıştır.
- **Günümüzde Raylı Ulaşım :**
 - Hızlı tren
 - Tramvay
 - Metro

Ülkemizde Demiryolu

- **1856** : İzmir ile Aydın arasında İngiltere tarafından yapılmıştır.
- Demiryollarının yapımı, Cumhuriyet'in ilanından sonra İkinci Dünya Savaşı'na kadar hızla ilerlemiş, ancak savaş nedeniyle **1940'dan sonra** yavaşlamıştır.
- Yabancı firmaların elinde bulunan demiryolu hatları satın alınarak devletleştirilmiştir.
- **1950'den sonra** karayollarının yapımı, hızlanarak demiryollarının yapımının önüne geçmiştir.

Tren



Hızlı Tren



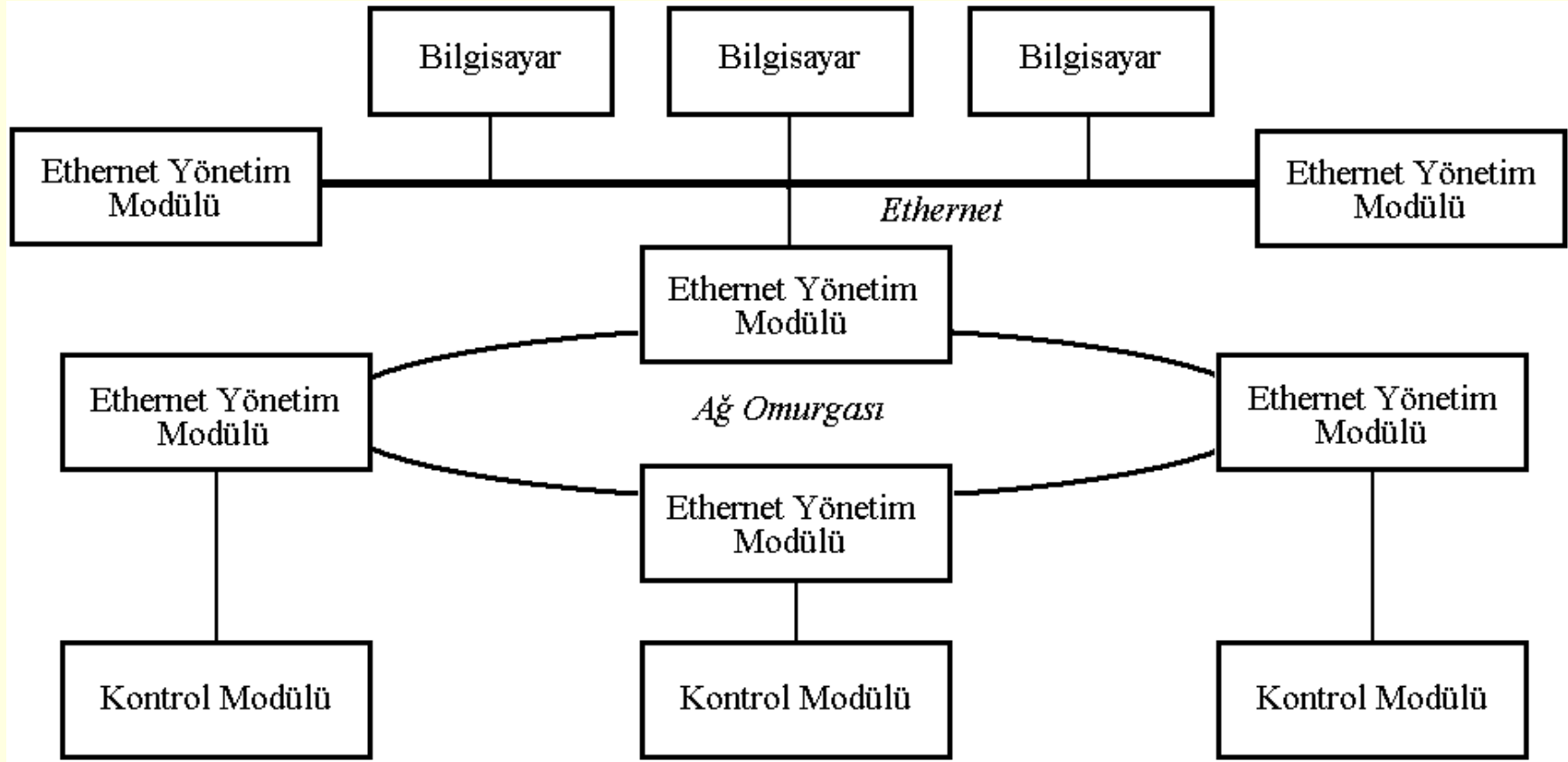
Metro



Tramvay



3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL MEKANİZMASI



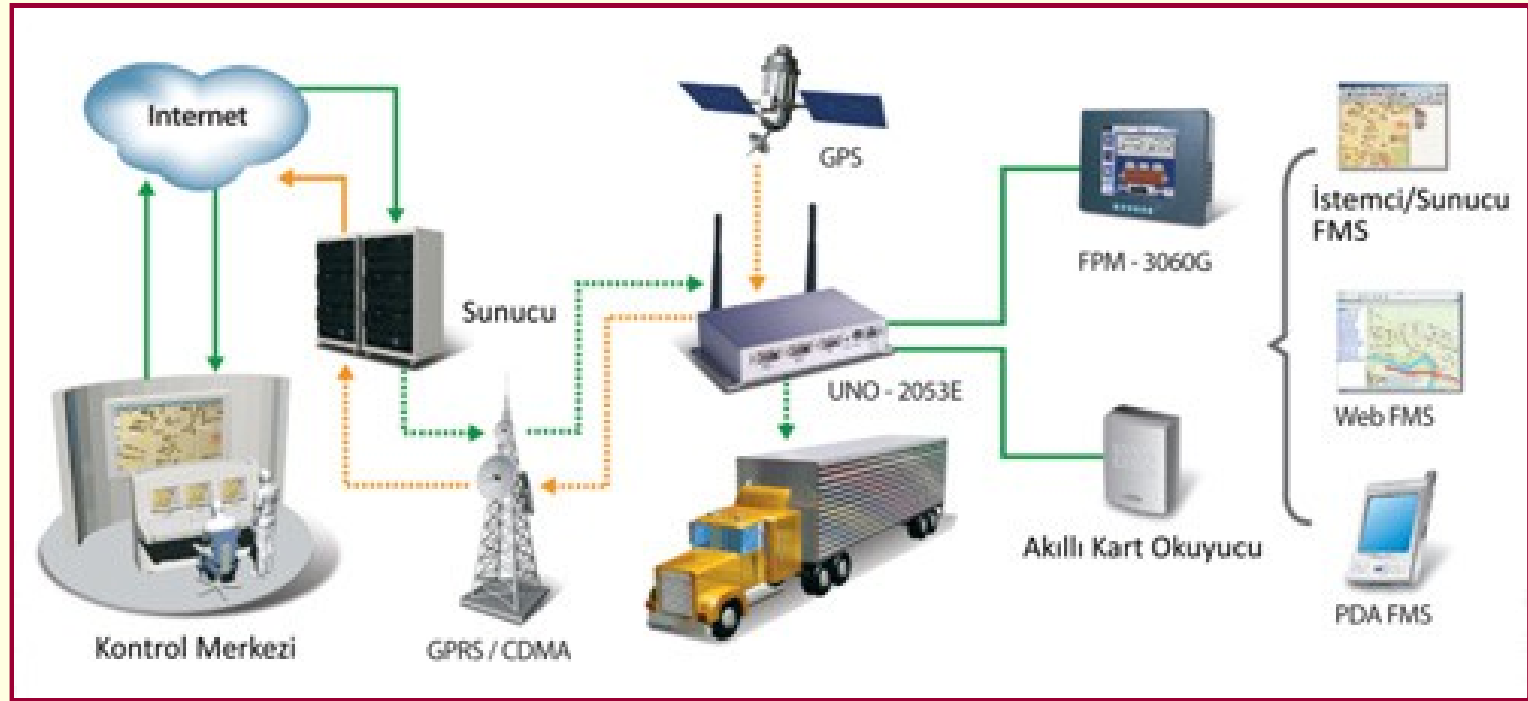
Şekil-1: Raylı sistemlerin kontrol mekanizmasındaki omurga yapısı.

3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL MEKANİZMASI



Şekil-2: Raylı sistemlerin kontrol mekanizması.

3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL MEKANİZMASI



Şekil-3: Raylı sistemlerin kontrol mekanizması.

3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL MEKANİZMASI

- **Raylı Sistemler :** Artan kara yolu ulaşımına alternatif
- Trafik kontrol sistemlerinin, gerek noktasal çalışmalarda, gerekse değişik noktalarda yer alan kavşak kontrol cihazlarında **merkezi birimden** kontrol edilmesi gerekir.
- Çok kavşaklı şehirlerde, **özellikle taşıt ve insan yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde,**
 - Merkezi kontrolün sağlandığı sistemler kullanılarak trafik değerleri devamlı olarak izlenir,
 - Gerekli müdahaleler yapılır,
 - Kavşak kontrol cihazları, komşu kavşaklar ile haberleşir.

3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL MEKANİZMASI

- Trafik kontrol sisteminin plan, proje ve sinyalizasyon çalışmalarında,
 - Trafik akış periyodu incelenir,
 - Kapasite ve yoğunluk analizleri yapılır,
 - Gecikme süreleri ve akış hızı hesaplanır.
- Trafiğin, yoğun iş temposu ve hayatın akışına rahatlık sağlayacak şekilde **güvenli ve hızlı** olması istenir.

3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL MEKANİZMASI

- Trafik kontrolü ve simülasyonu konusunda yapılan çalışmalarda,
 - Yapay sinir ağları,
 - Bulanık mantık,
 - Genetik algoritmaları,
 - Kontrol algoritmaları ile trafiğin performansının artması amaçlanır.
- **Hedef :**
 - Zeki,
 - Öğrenme yeteneğine sahip
 - Bekleme zamanını minimum hale getirecek sistemler

3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL MEKANİZMASI

- Akıllı trafik sistemleri,
 - Hava ve yol durumunun,
 - Aydınlatma ve alarm bilgilerinin, **merkezi birimden izlenmesi ve kontrol edilmesini** sağlar.
- Raylı taşıt, **GPS (Global Positioning System, Küresel Konumlama Sistemi)** teknolojisi ile uydudan takip edilir:
 - Bu bilgi hem kontrol merkezine hem de taşıtın makinistine gönderilir,
 - Yönetim, taşıtın konumu hakkında devamlı bilgilendirilir,
 - Makinist, güncellenmiş yol, güvenlik ve hava durumu bilgilerini öğrenir.

3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL MEKANİZMASI

- Raylı sistemlerin kontrolü ve otomasyonunda, kullanılan alt sistemlerin desteklenmesi için **izleme ve kontrol sistemleri** önemlidir.
- Sistemin gelecek zamanlardaki gereksinimlerinin karşılanmasında çözümün,
 - **İleride de geliştirilmesi,**
 - Diğer alt bölümlere de uygulanarak sistemin, **düzenli çalışmasını sağlaması** gerekir.

3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL MEKANİZMASI

- Raylı sistemlerde,
 - İklimlendirme sistemi
 - Su sağlama ve drenaj sistemleri
 - Normal ve acil durum aydınlatma sistemleri
 - Asansörler gibi
 - **Alt sistemleri izleyebilen**
 - **Geliştirilebilir bir merkezi izleme ve kontrol sisteminin olması** gerekir.
- Sistemin güvenilirliğinin kontrol altında tutulması için,
 - Bir **iletişim ağ omurgası** kullanılır.
 - Çözüm ile güç tüketiminin izlenerek **enerji tasarrufu** yapılması beklenir.

3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL MEKANİZMASI

- Raylı sistem istasyonunun mekaniksel ve elektriksel cihaz izleme ve kontrol sisteminde,
 - Giriş ve çıkış elemanları
 - Kontrol modülleri
 - Ethernet yönetim modülleri kullanılır.
- Ethernet üzerinden kontrol edilen sistemde, optik fiberlerle **Gigabit** mertebesinde veri aktarımı sağlanır.

3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL MEKANİZMASI

- Raylı sistemlerin, özellikle hızlı tren sistemlerinin performansı, kullanılan iletişim teknolojileri ile artar.
- Raylı taşıtları kullanan makinistlere güncel ve gerçek zamanlı olarak
 - Sıcaklık
 - Hava basıncı
 - İklimlendirme
 - Kapı sensörü
 - Acil durum anahtarı
 - Rota bilgilerinin
 - İzlenmesi
 - Kontrol edilmesi
 - Önemli bilgilerin saklanabilmesini sağlayan bir sistem kullanılır.

3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL MEKANİZMASI

- Raylı sistemlerde, algılayıcı olarak optik fiber sensörlerden yararlanılır.
- Optik fiber sensörler ile
 - Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC, heating, ventilating and air conditioning)
 - Aydınlatma
 - Alarm kontrolleri yapılır.

3. RAYLI SİSTEMLERİN KONTROL MEKANİZMASI

- Raylı sistemlerin trafik kontrol mekanizmasında,
 - Kablolu ve
 - Kablosuz haberleşme tekniklerinden yararlanır.
- Optik haberleşme sistemleri,
 - Güvenilir
 - Hızlı
 - Geniş bantlı olması nedeniyle tercih edilirler.
- Kablosuz haberleşme sistemleri
 - Dipol antenler ve dizileri
 - Mikrodalga antenleri ve dizileri
- GPS (Global Positioning System, Küresel Konumlama Sistemi) Teknolojisi

OPTİK FİBER SENSÖRLER

- Optik fiber sensörlerin çalışma prensipleri.
- Optik fiber sensörleri meydana getiren bileşenlerin tanıtılması.
- Optik interferometrik sensörlerde **faz değişiminin** analiz edilmesi ve sensörün duyarlılığının artırılmasında önemli olan parametrelerinin belirlenmesi.

OPTİK FİBER SENSÖRLER

- Optik fiber sensörlerin temeli, fiber boyunca hareket eden optik sinyalde **meydana gelen değişimleri** gözlemlemeye dayanır.
- Dışsal etki ile ışığı tanımlamada kullanılan parametrelerde meydana gelen değişim algılanarak **dışsal etkinin miktarı** belirlenir.

OPTİK FİBER SENSÖRLER

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = A(\vec{r}, t) e^{j(\omega t + \phi(\vec{r}, t))}$$

Işık alanını tanımlamada kullanılan dört temel parametre vardır:

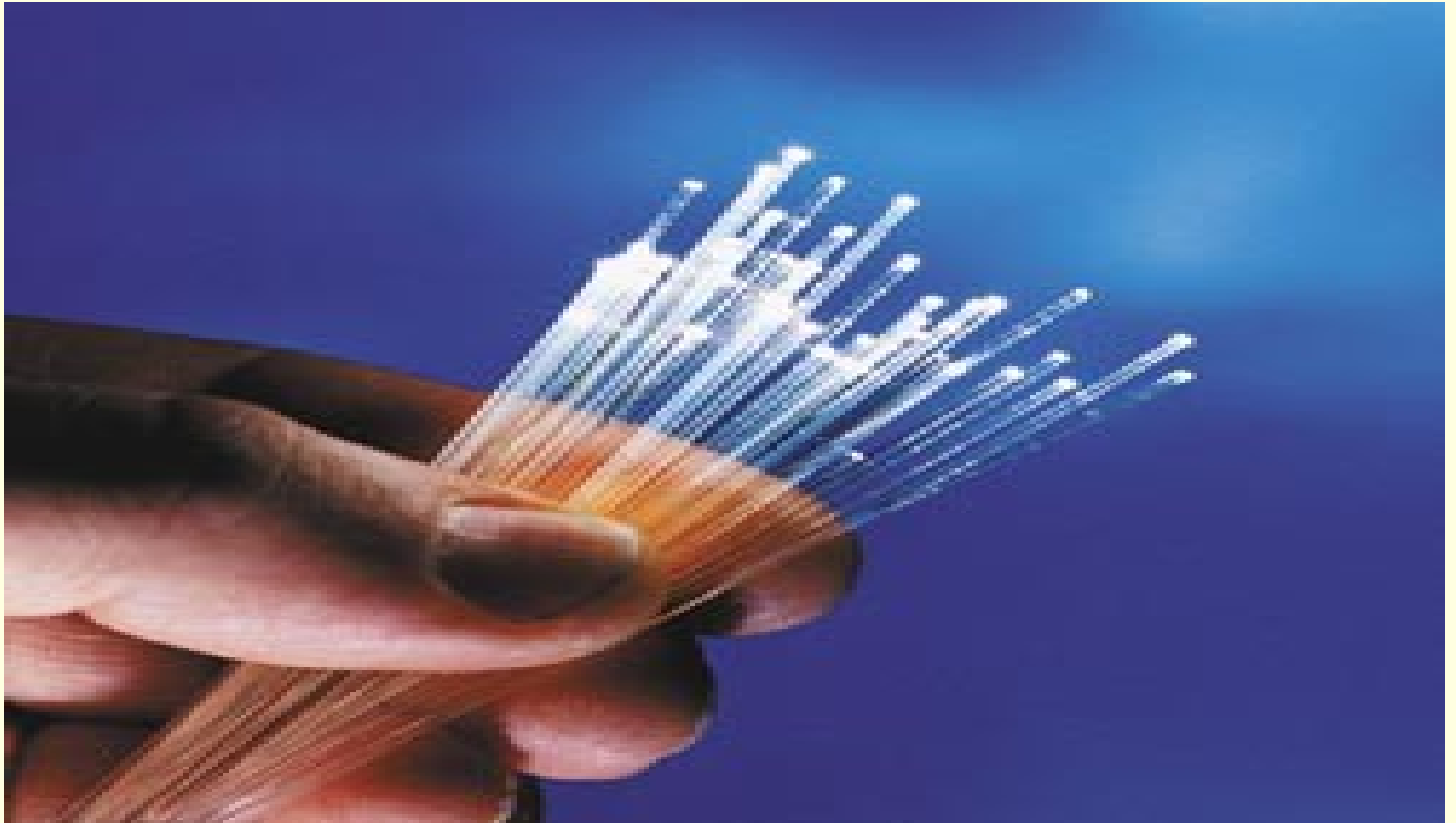
- 1. Polarizasyon**
- 2. Genlik ya da yoğunluk genlik**
- 3. Frekans ya da dalga boyu**
- 4. Faz**

4. OPTİK HABERLEŞME SİSTEMLERİ

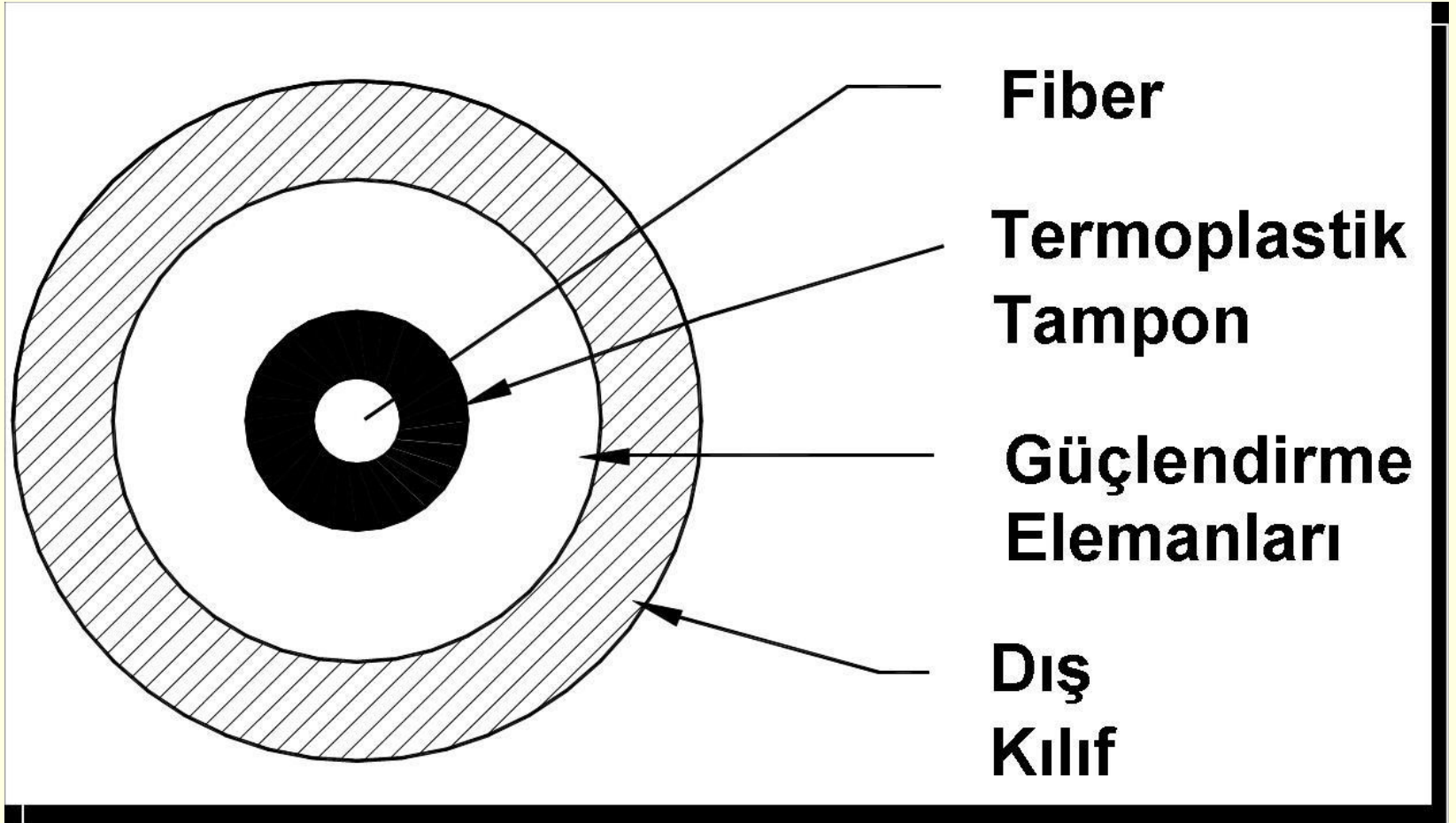
- **Sistem Mekanizması - Devre Elemanları :**
 - Optik fiber sensör
 - Optik doğrultu kuplörü
 - Optik modülatör
 - Optik osilatör
 - Optik sirkülatör
 - Optik polarizör
 - Optik izolatör
 - Optik kuvvetlendirici
 - Optik dedektör
 - Optik filtre

- **Elektromagnetik Dalga Propagasyonu Analizi**

OPTİK FİBER



OPTİK FİBER



OPTİK FİBER

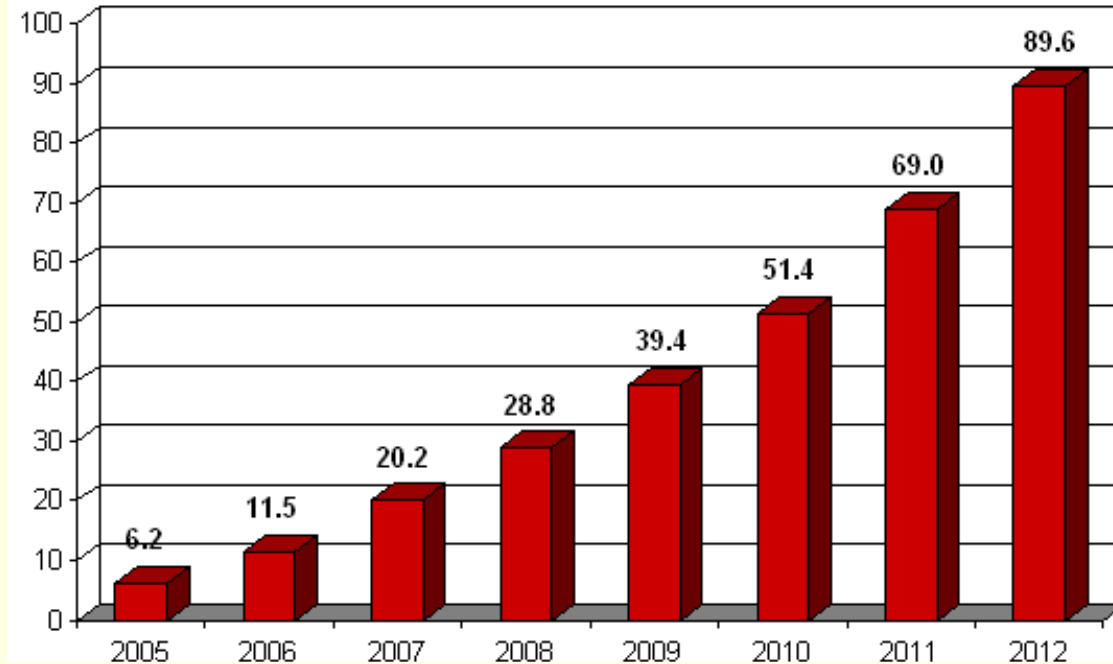


OPTİK FİBER



4. OPTİK HABERLEŞME SİSTEMLERİ

Milyon



Dünya genelinde fiber ev kullanıcıları

4. OPTİK HABERLEŞME SİSTEMLERİ

Ses

İnternet

IPTV

OPTİK FİBERLERİN AVANTAJLARI

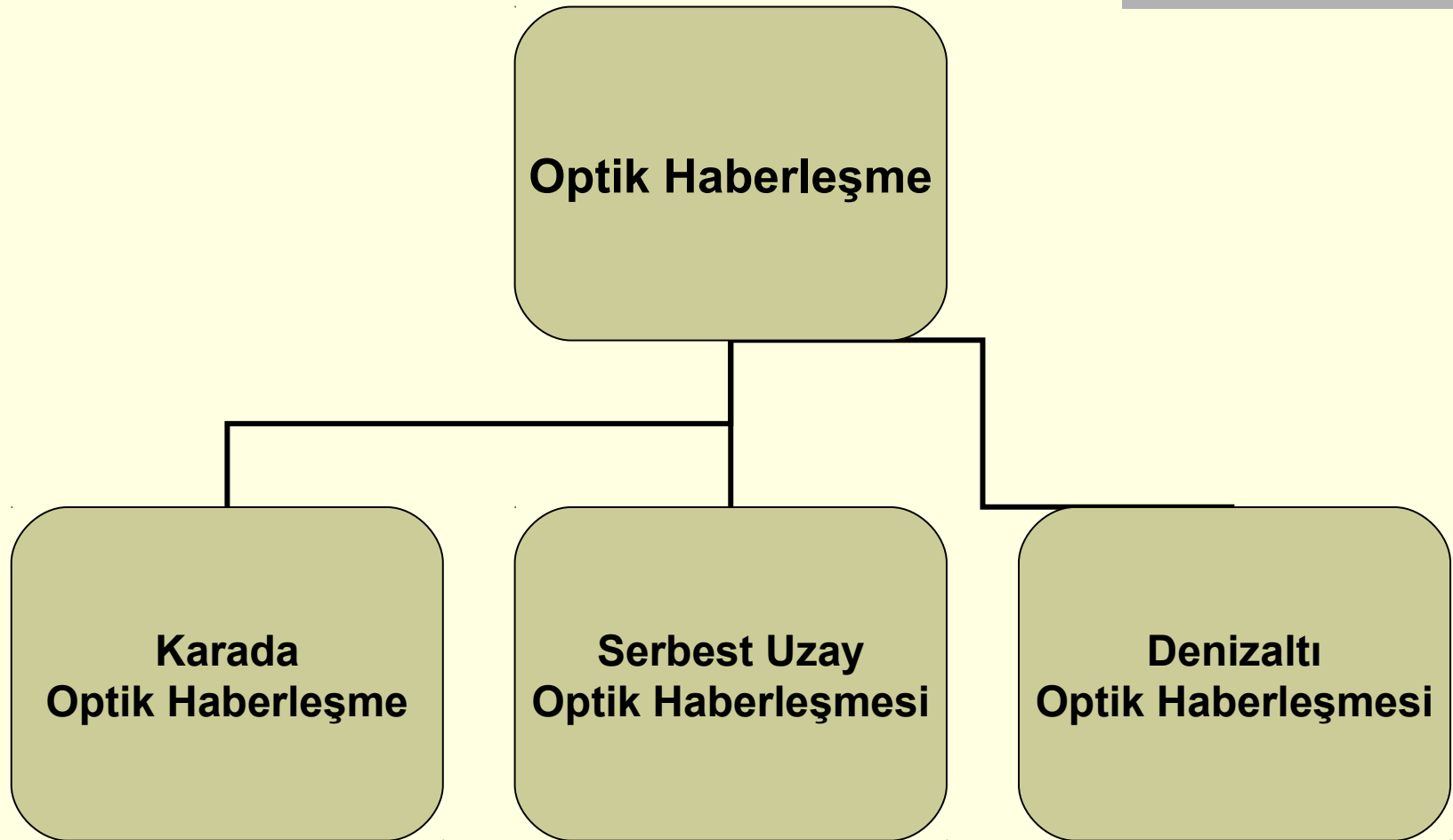
- **Kaybının az olması**
- **Band genişliğinin büyük olması**
- **Elektromagnetik etkileşiminin az olması**
- **Hammaddesinin (silisyum) rahat bulunabilmesi**
- **Az yer kaplaması**
- **Var olan sistemlerle uyumlu çalışabilmesi**



OPTİK FİBERLERİN KULLANIM ALANLARI

- **Data haberleşmesi**
- **Telefon ağları**
- **Kablolu televizyon sistemleri**
- **Ulaşım**
- **Tıp**
- **Askeri uygulamalar**

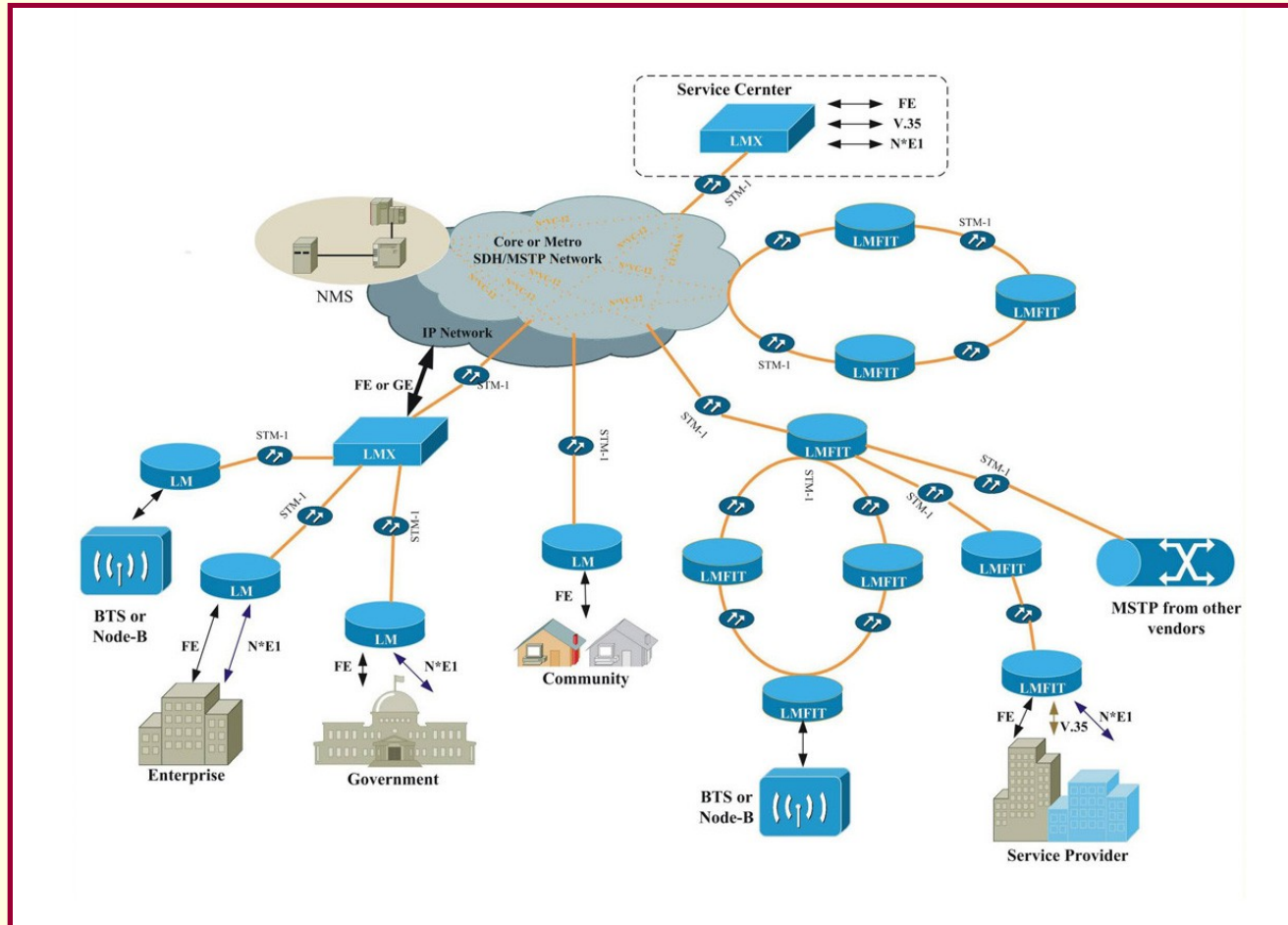
OPTİK FİBERLERİN KULLANIM ALANLARI



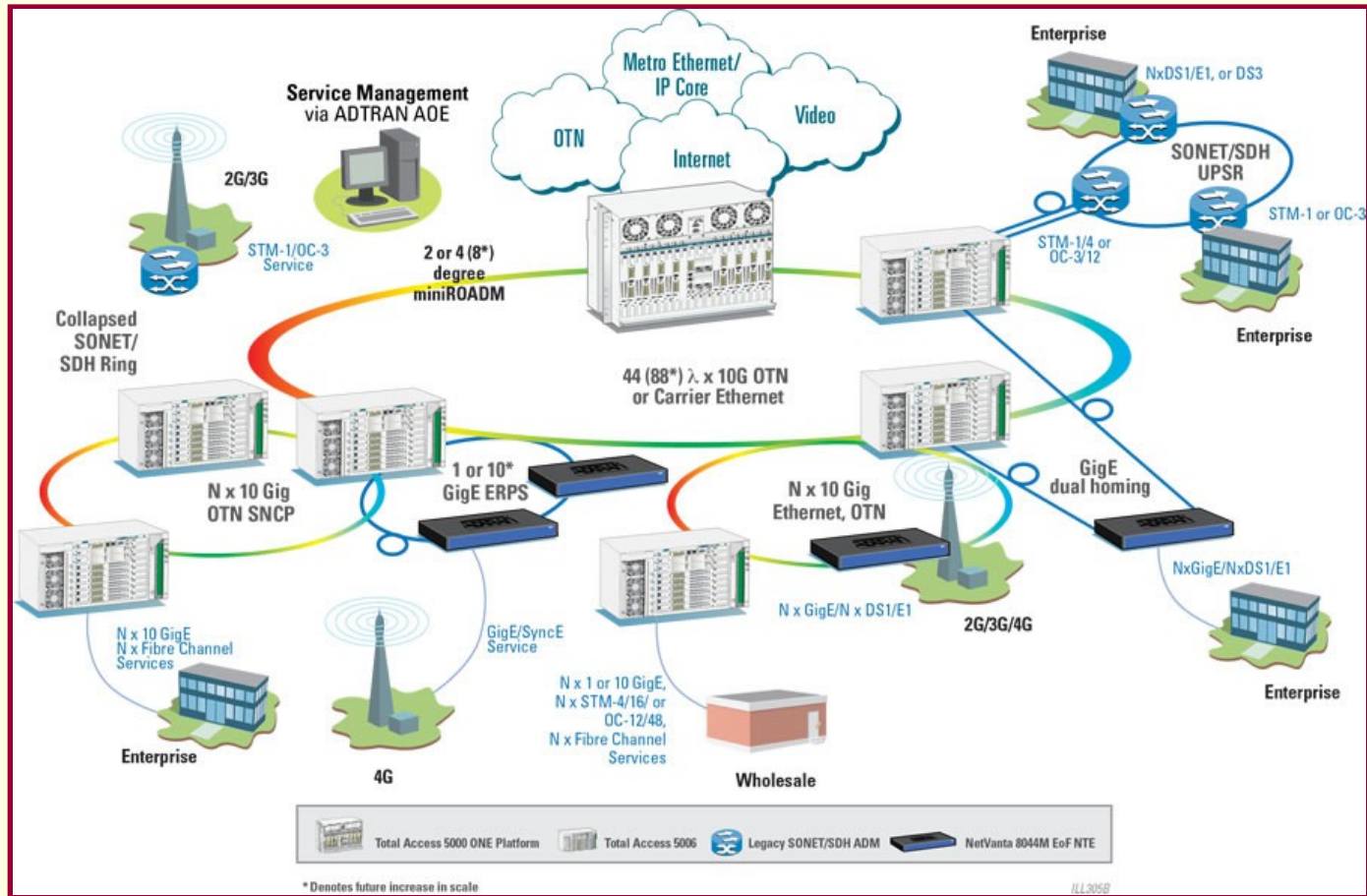
Fiber Internet



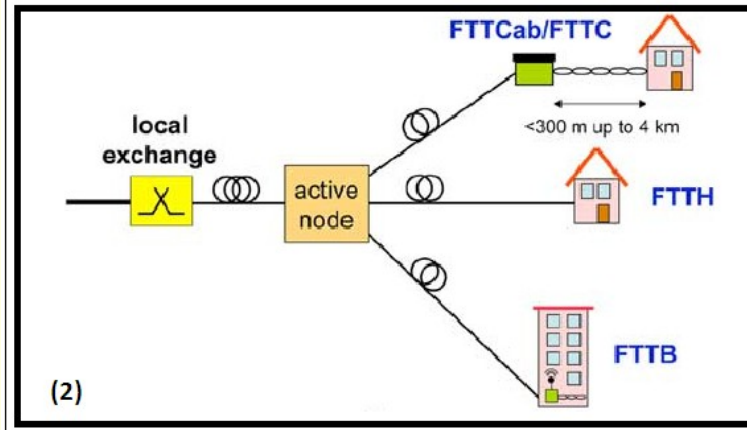
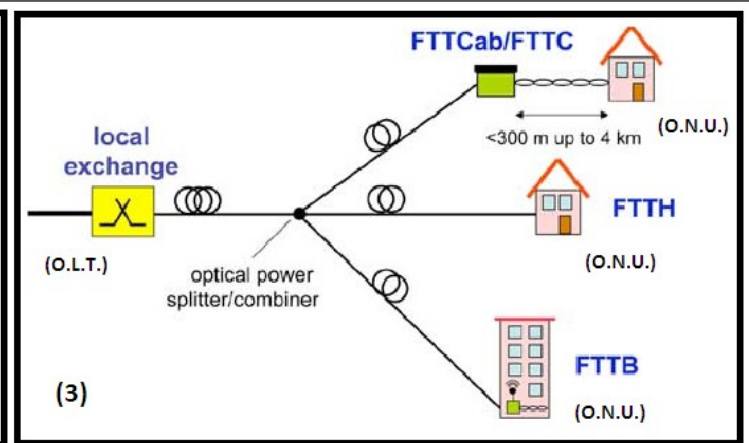
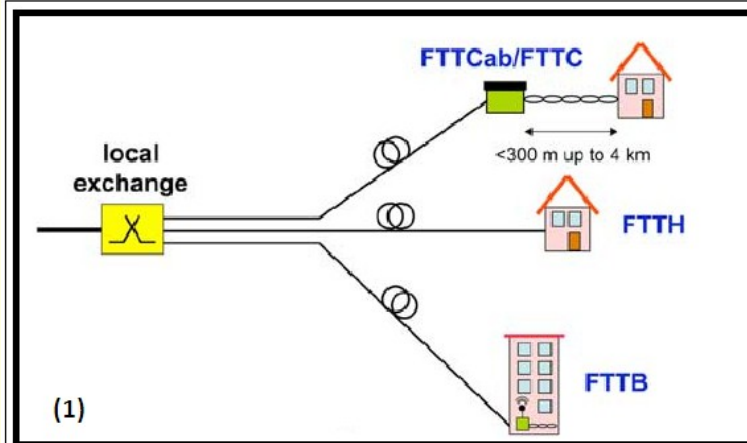
SDH – PDH, SONET



SDH – PDH, SONET



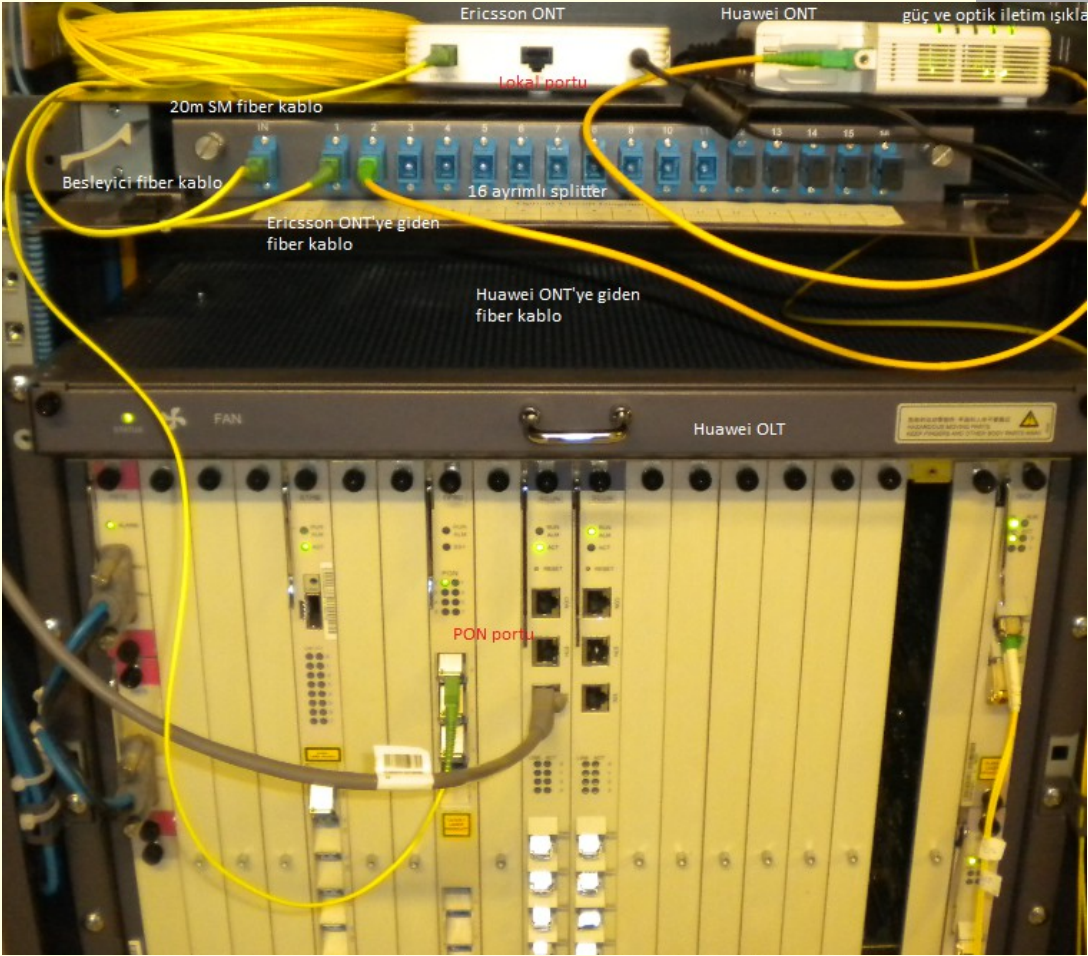
Pasif Optik Ağlar



Mimarileri Açısından FTTH Sistemleri:

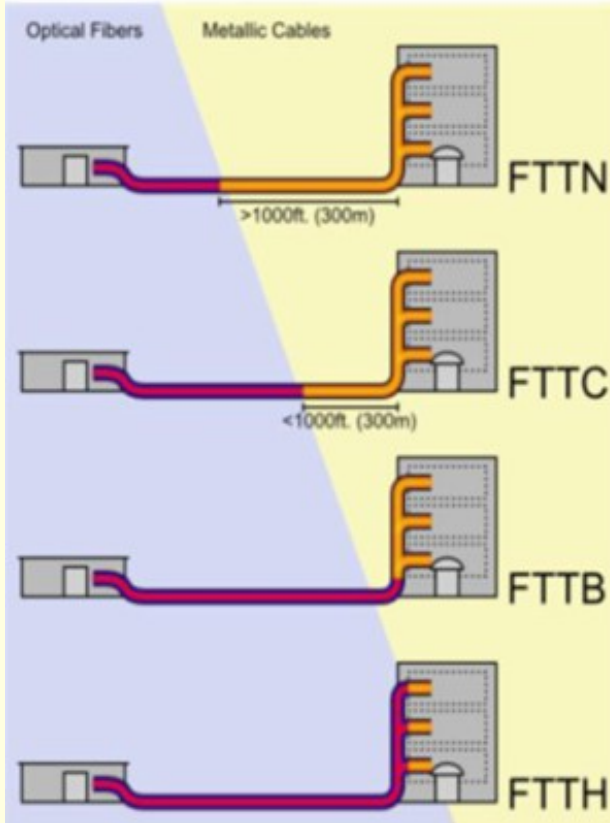
1. Noktadan Noktaya Erişim Ağları
2. Aktif Erişim Ağları
3. Pasif Erişim Ağları (PON)

Pasif Optik Ağlar



FTTx Uygulamaları

Fiber Altyapıları



FTTN (Fiber to the node) : bağlantı düğüm kısmından müşteriye olan kısım bakırdır. Kabinet müşteriye uzakta konumlandırılmıştır.



FTTC (Fiber to the Curb) : Fiber_C / Coax altyapı olarak tabir ettiğimiz FTTC, FTTN' e çok benzer kabinet müşteriye yakın konumlanmıştır. Kabinet sonrası bakır ile devam edilir.

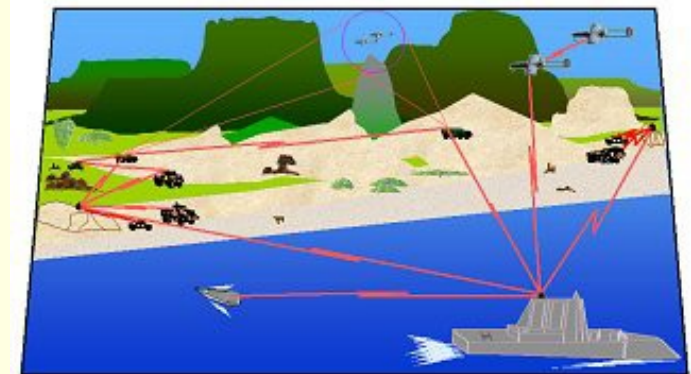


FTTB (Fiber to the Building) : Şu anda sitelerde kullandığımız bina altı switch ler sonrası cat cable ile müşteri evine gidilen fiber alt yapı tipidir.

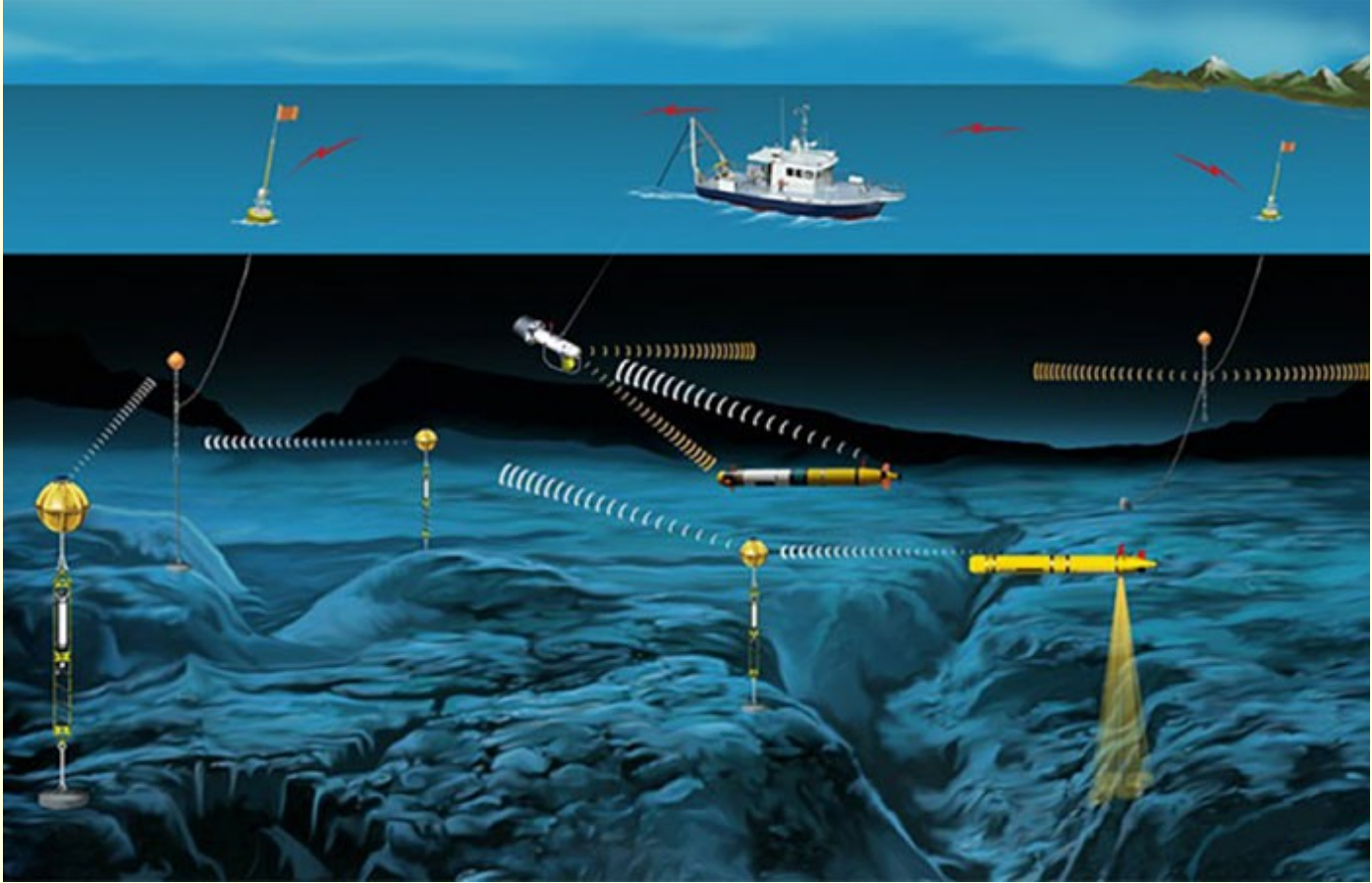


FTTH (Fiber to the Home) : GPON olarak adlandırdığımız müşteri evine kadar fiber kıl ile gidilen alt yapı tipidir.

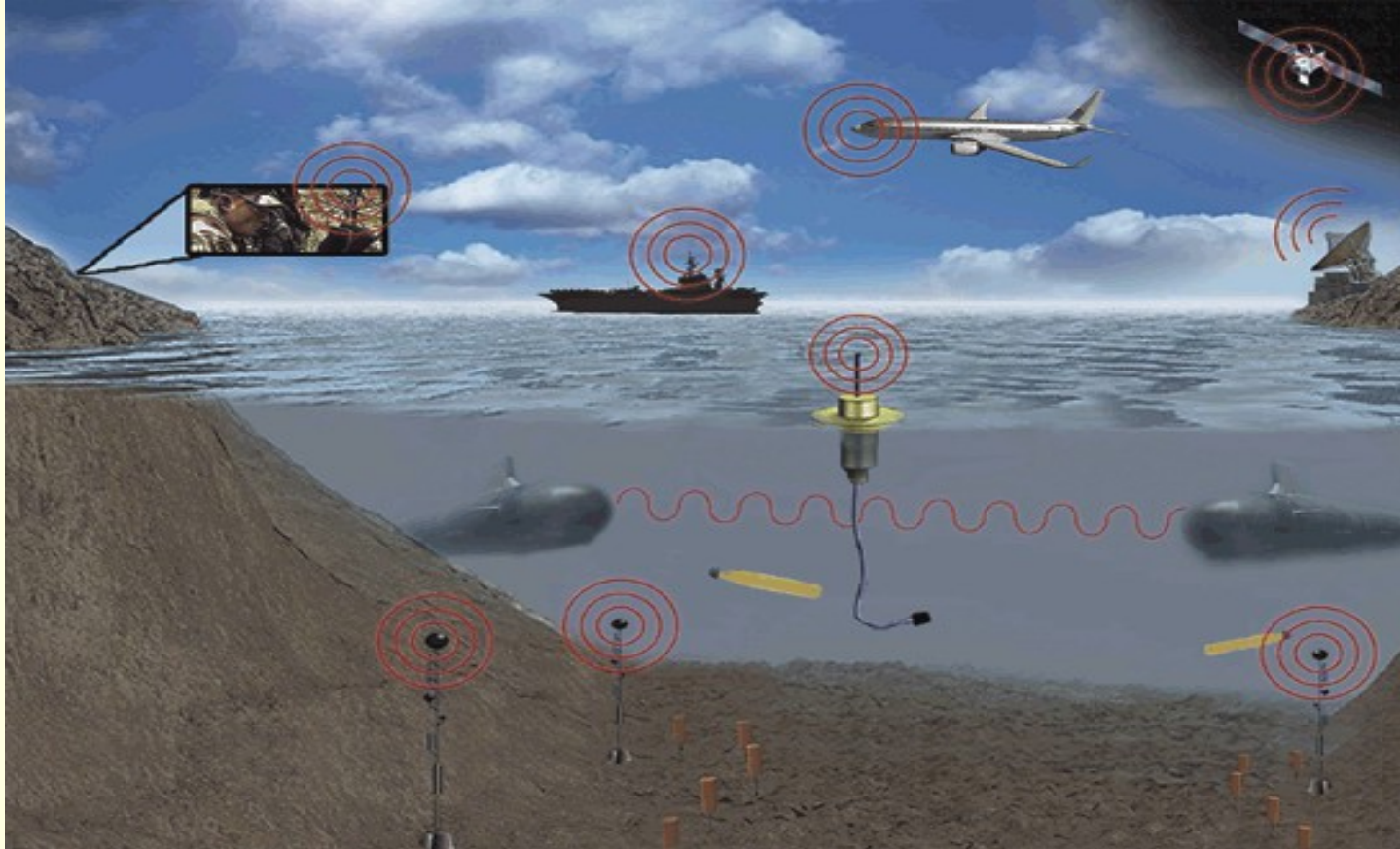
Serbest Uzay Optik Haberleşmesi



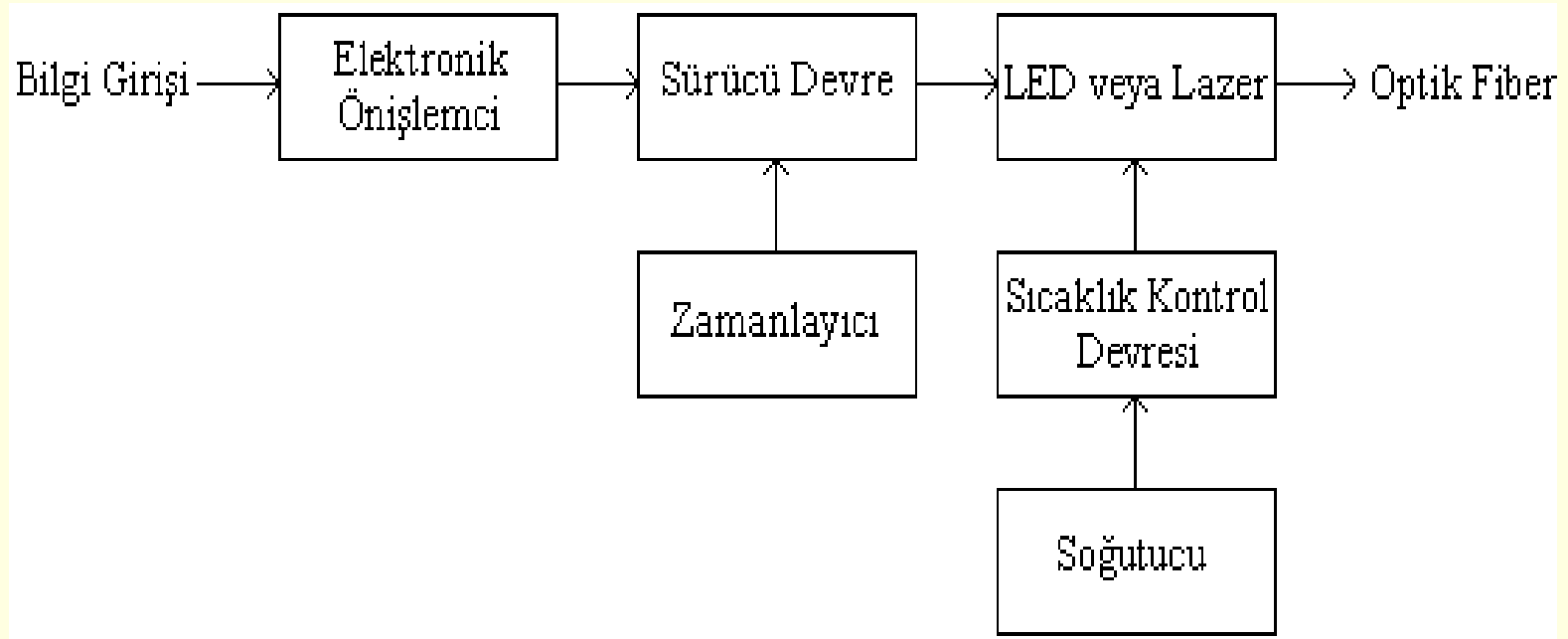
Denizaltı Optik Haberleşmesi



Denizaltı Optik Haberleşmesi



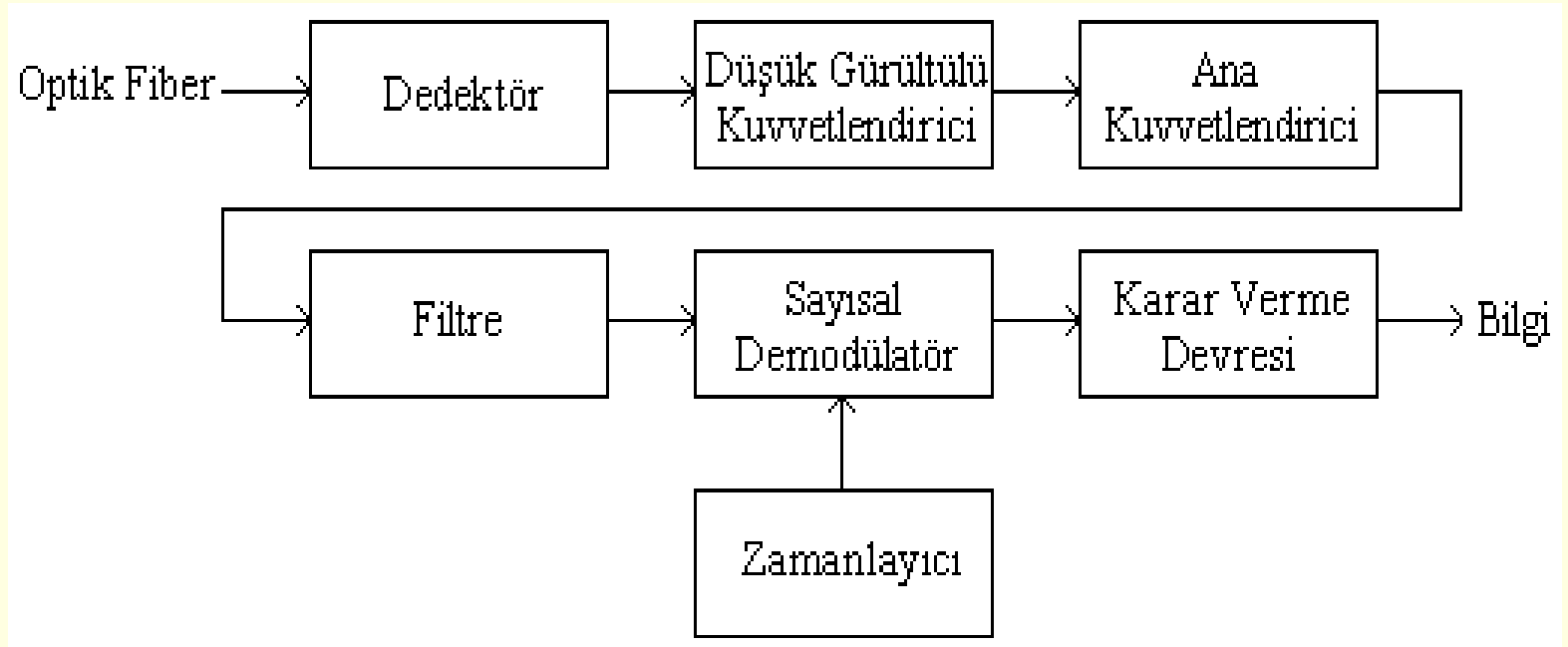
OPTİK HABERLEŞME SİSTEMLERİ



Şekil-4: Optik haberleşme sistemlerinde kullanılan vericinin blok diyagramı.

Verici Katının Temel Elemanı

- Lazerin LED'e oranla en önemli üstünlüğü, spektral genişliğinin çok küçük olmasıdır.
- Literatürde,
 - LED : **Yayınık (lambertian) kaynak**
 - Lazer : **Paralel ışınlı (collimated) kaynak** olarak bilinir.
- Yarıiletken Lazer :
 - İndiyum
 - Alüminyum
 - Galyum
 - Arsenit



Şekil-5 : Optik haberleşme sistemlerinde kullanılan alıcının blok diyagramı.

Alıcı Katının Temel Elemanı

- Pin fotodedektör
- Çığ tipi (avalanche) fotodedektör
- **Dedektörler**, ters kutuplanmış p-n jonksiyonu esasına göre çalışır. Enerjileri yarıiletkenin band aralığından büyük olan fotonlar, **elektron-delik çiftini** meydana getirirler. Ortaya çıkan elektron ve delikler, elektrik alan altında **ters yönde** sürüklenerek akım oluştururlar.
- **Pin tipi fotodedektörde**, bir fotona karşılık bir elektron-delik çifti üretilirken, **çığ tipi fotodedektörde**, çarpışmalar sonucunda her foton için çok sayıda elektron-delik çifti elde edilir. Böylece hem yüksek duyarlılığa ulaşılır, hem de dedektörde oluşan gürültü azaltılarak sistemdeki kayıp azaltılır.

OPTİK FİBERLERİN PROPAGASYON ÖZELLİKLERİ

- Çalışma Prensibi : Tam Yansıma Kuralı
- Dairesel, dikdörtgen, eliptik veya altıgen kesit
- Silindirik (3D) yapıdaki optik fiberler
- Düzlemsel yapıdaki katmanlı (slab) optik fiberler
- TE ve TM
- Hibrid modları (HE ve EH modları)

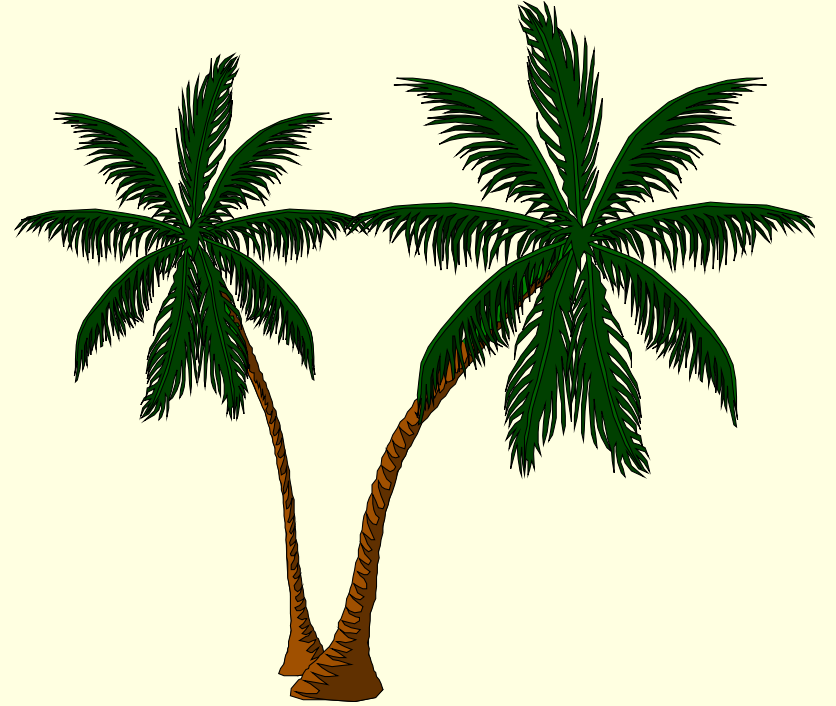
OPTİK HABERLEŞME

- Hem **sayısal**, hem de **analog** işaretler iletilir.
- **Dalgaboyu Bölmeli Çoğullama (WDM, Wavelength Division Multiplexing)**
- **Darbe Kod Modülasyonu (PCM, Pulse Code Modulation)**

5. SONUÇLAR

- Günümüzün ve geleceğin iletişimi : **Optik haberleşme sistemleri.**
- Kara - serbest uzay - denizaltı optik haberleşmesi
- Raylı sistemler / Sinyalizasyon / **Optik haberleşme** tabanlı kontrol mekanizması
- Kontrol modülleri ile denetlenen ethernet yönetim modülleri / **Analog ve sayısal bilgilerin iletildiği yapı**

TEŞEKKÜR EDERİM



16.05.2013

TEŞEKKÜR EDERİM

Yrd.Doç.Dr. N. Özlem Ünverdi
unverdi@yildiz.edu.tr



16.05.2013

56