

Fiber Optik Ağlar

DR. ÖĞRETİM ÜYESİ ABDULLAH SEVİN

Amaç

- ❑ Fiber optik ağı teknolojileri
- ❑ Çalışma prensibi
- ❑ Sistem bileşenleri
- ❑ Optik ağlar
- ❑ Koruma ve Güvenlik
- ❑ ve ilgili konular ele alınacaktır



Neden ?

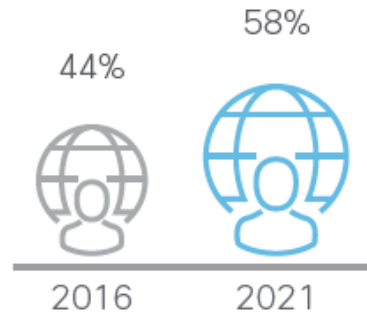
- ❑ Özellikle internet çağının başlamasıyla telekomünikasyon alanında daha fazla bant genişliğine (Kapasite: bit/s veya byte/s) gereksinim duyulmuştur.
- ❑ Ses, veri ve görüntü iletişimindeki olağanüstü artış, daha ekonomik ve daha geniş kapasiteli iletişim sistemlerine olan talebin de aynı şekilde artmasına neden oldu
- ❑ Elektronik sistemlerin bant genişlikleri artık yetersiz duruma gelmiştir.
- ❑ Cisco, internet üzerinde akan sayısal bilginin 2013 itibari ile yıllık 667 Exabyte olduğunu tahmin ediyor.
- ❑ IDC/EMC Digital Universe araştırmasına göre 2020'de sayısal veriler 40.000 Exabyte'a ulaşabilir.
- ❑ Günümüzde bu ihtiyacı fiber optik ağlar karşılamaktadır.

Cisco Global

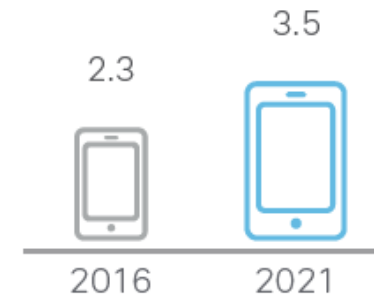
Global



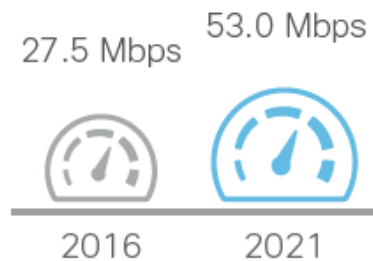
Internet Users: % of Population



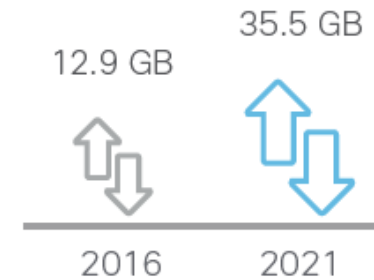
Devices and Connections per Capita



Average Speeds



Average Traffic per Capita per Month



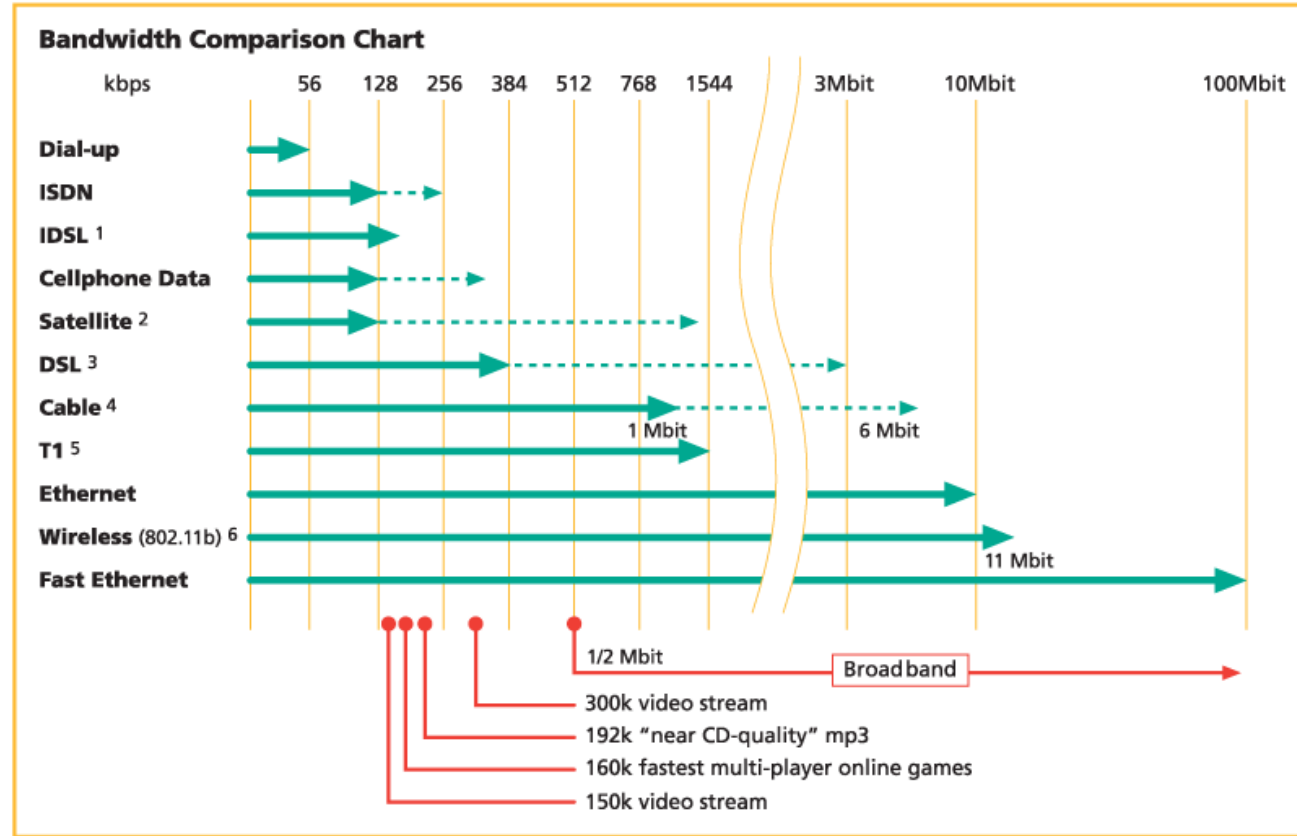
Cisco Global

- Küresel olarak, IP trafiği 2016'dan 2021'e kadar 3 kat büyüyecek, bu da yıllık %24'lük bir bileşik büyüme oranı.
- Küresel olarak, IP trafiği 2016'da aylık 96,1 Exabyte'tan 2021'de ayda 278,1 Exabyte'a ulaşacak.
- Global IP ağları, 2016'da günlük 3,2 Exabayt'tan 2021'de günde 9,1 Exabayt taşıyacak.
- Küresel olarak, IP trafiği, 2016'da yıllık 1,2 Zettabayt çalışma hızından 2021'de 3,3 Zettabayt'a ulaşacak.

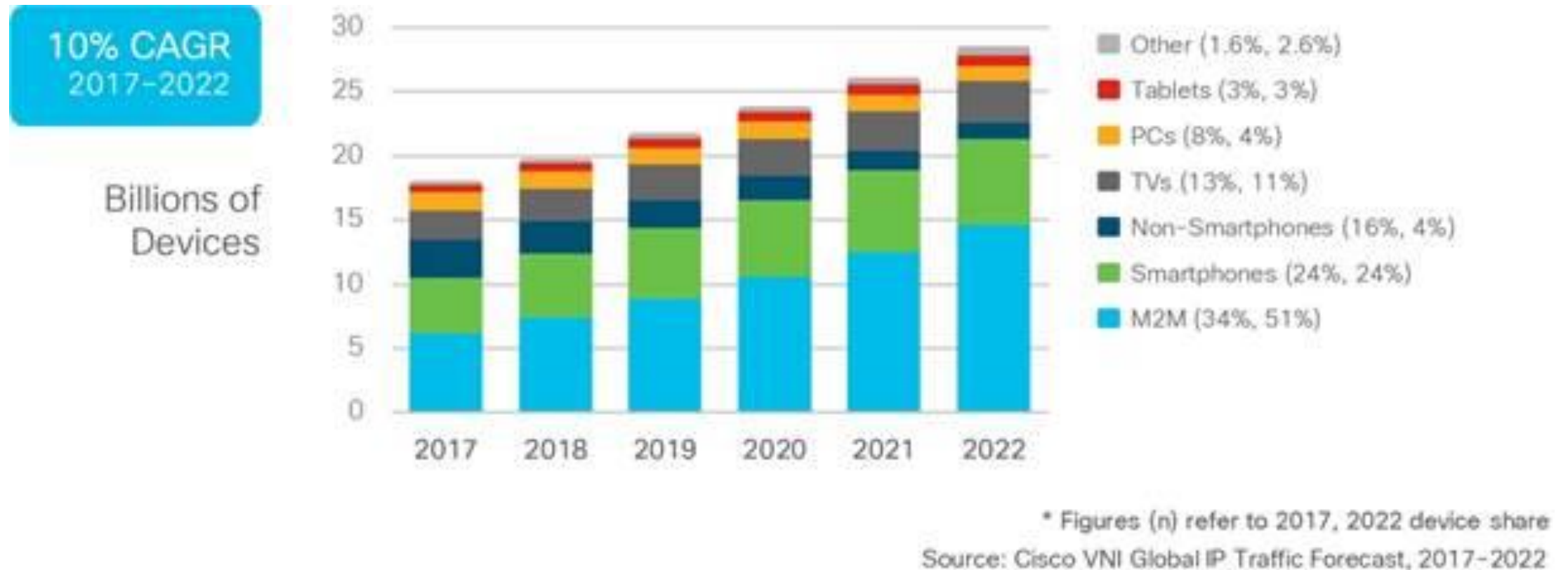
The Cisco VNI forecast: historical Internet context

Year	Global Internet Traffic
1992	100 GB per day
1997	100 GB per hour
2002	100 GB per second
2007	2,000 GB per second
2017	46,600 GB per second
2022	150,700 GB per second

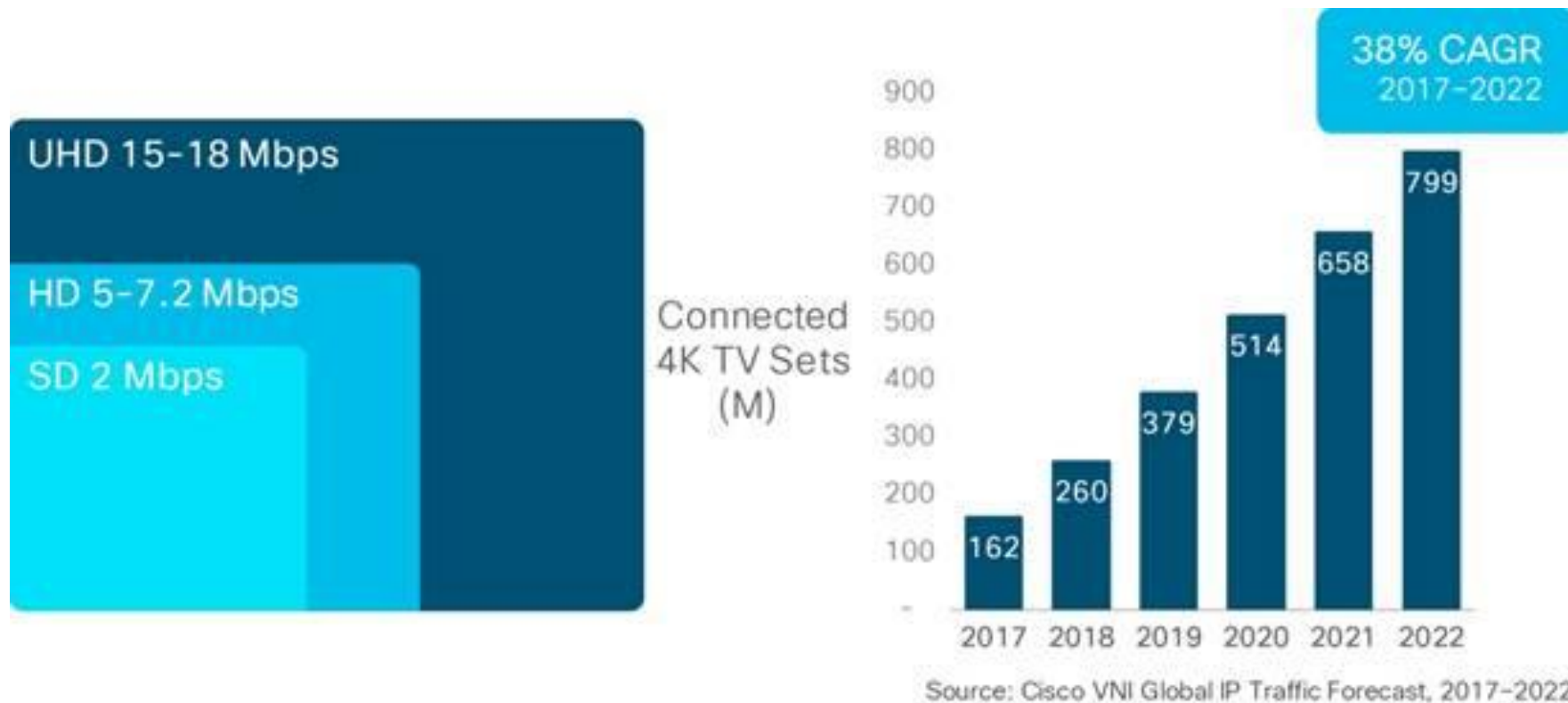
Bantgeniřlięi karşılaştırması



Global devices and connections growth



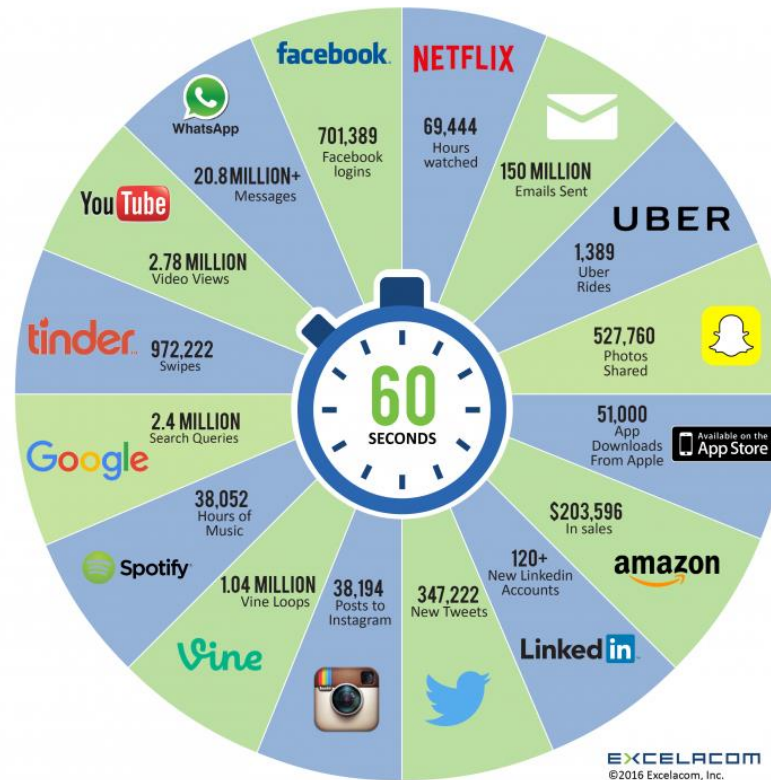
Increasing video definition



<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html>

2016

2016 What happens in an INTERNET MINUTE?



Neden ?

understanding the data deluge: comparison of scale with physical objects

1 megabyte

(A large novel)



A tiny ant

x 1000

1 gigabyte

(Information in the human genome)

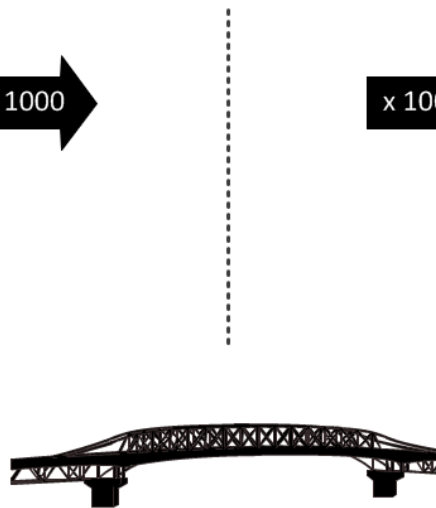


Height of a short person

x 1000

1 terabyte

(Annual world literature production)



Length of the Auckland Harbour Bridge

x 1000

1 petabyte

(All US academic research libraries)



Length of New Zealand

x 1000

1 exabyte

(Two thirds of annual production of information)

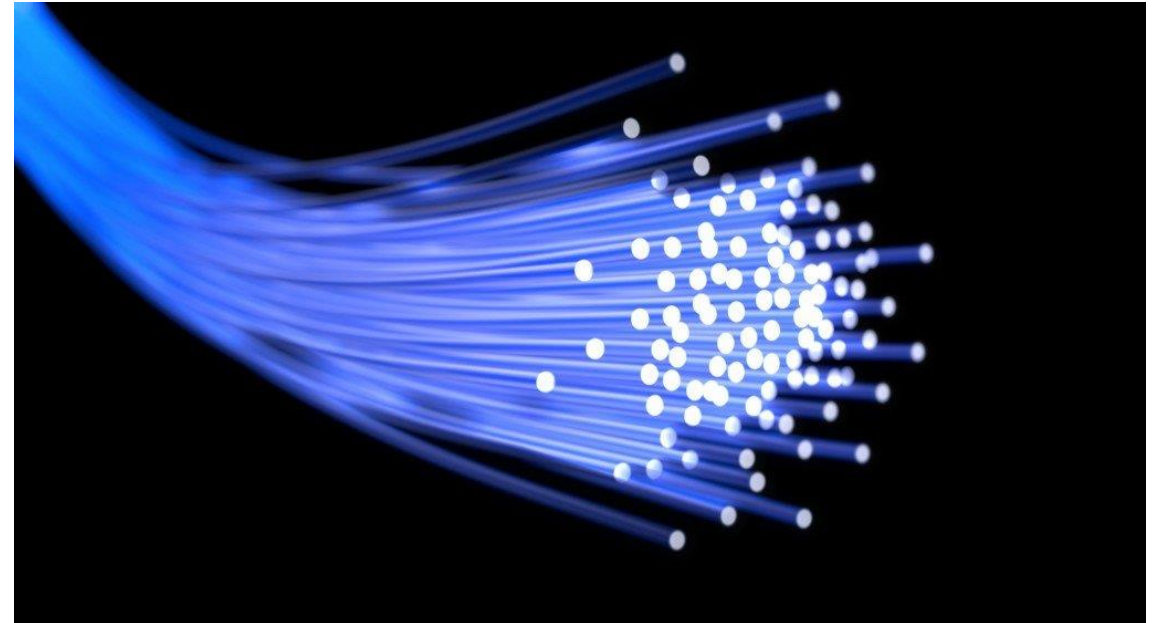


Diameter of the Sun



Neden ?

- ❑ Son teknolojiler ile bir fiberdeki ışık 1 Tbps (1.000 Gbps) kapasiteye sahiptir.
- ❑ Her fiber 160 farklı dalgaboyunda aynı anda veri gönderebilir.
- ❑ Bir fiber kabloda 400 tane fiber bulunabilir.
- ❑ $160 \times 400 \text{ Tbps} = 64 \text{ Pbps}$



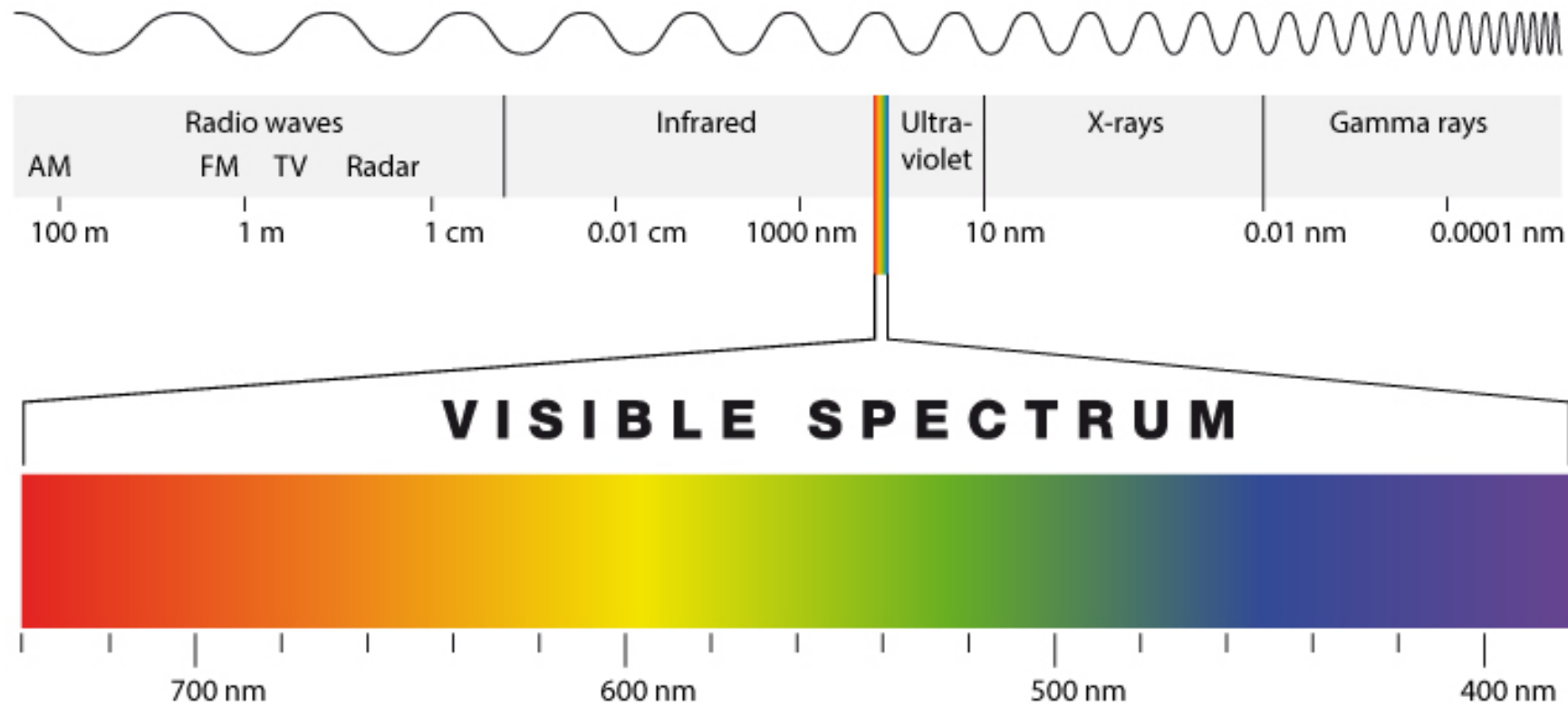
Neden ?

- Gelişen ve geleceğin haberleşme ve bilgisayar ağlarının **tartışmasız omurgasını** oluşturacak bu teknolojileri bilmek hem akademik hem de endüstriyel kariyer açısından büyük fayda sağlayacaktır.

Fiber ? Optik ? Ağlar

- ❖ **Fiber:** iplik haline getirilmiş cam, cam lifleri.
- ❖ **Optik:** Işığı inceleyen fiziğin alt dalı. Optik, modern fiziğin önemli bir araştırma alanıdır.
- ❖ "Işık gerçekten nedir?"
- ❖ Cevap: 'Hem dalga, hem parçacık (Foton).
- ❖ Işığın bazı özellikleri sadece dalga olgusu ile açıklanırken (girişim, kırınım gibi), bazı özellikleri ise sadece foton konsepti ile açıklanabiliyor
- ❖ **Foton**, durgun kütlesi sıfırdır; ışık hızıyla gider; etkileşimlere parçacık olarak girebilir ancak dalga olarak yayılır.
- ❖ Işık dalgası çok yüksek frekanslı bir elektromanyetik sinyaldir (bir yükün bir doğrultuda ivmeli salınım hareketi yapması sonucu oluşur). Elektromanyetik ışıınım..

Elektromanyetik Dalga Spektrumu



Tarihçe

- **1854'te, John Tyndall**, ışığın bükülmüş bir band içindeki sudan geçirebileceğini ve dolayısıyla ışığın eğilebileceğini gösterdi.
- **1880'de Alexander Graham Bell**, ışık demeti üzerinden bir ses sinyalini ileten "Photophone" isimli aleti buldu. Ancak elektrik sinyalini kullanarak ses iletişimini sağlayan telefonu bulduktan sonra bu çalışmasına devam etmedi. Photophone'un temel sorunu, ışık sinyalinin havadan geçerken atmosferik olaylardan etkilenmesiydi. Örneğin, bulutlu bir havada sinyal bozulabiliyordu.
- **Aynı yıl, William Wheeler**, içi kaplanmış ışık borusunu kullanarak ışığı yönlendiren olaylar deneyler yaptı.

Tarihçe

- **1887 Charls Vernen Boys** ilk ince cam fiberi (kaplamasız) gerçekleştirdi.
- **1888'de, Viyana'da Roth ve Reuss** sağlık bilimleri grubu, bükülmüş ışık borularını insan vücudunun tanınmasında kullandılar.
- **1895'te, Fransız mühendis Henry Saint-Rene**, bükülmüş cam borularından yararlanarak görüntüleri aktarmaya yarayan bir sistem tasarımı geliştirdi.
- **1898 yılında Amerikalı David Simith**, ameliyat lambası olarak kullanılabilen bir bükülmüş cam borunun patenti için başvurdu.
- **1920'lerde İngiliz John Logie Baird ve Amerikalı Clarence W.Hansell**, televizyon ve faksın ilk örnekleri sayılan saydam cam borulardan oluşan ve görüntünün iletilmesine yarayan cihazları için patent aldılar.

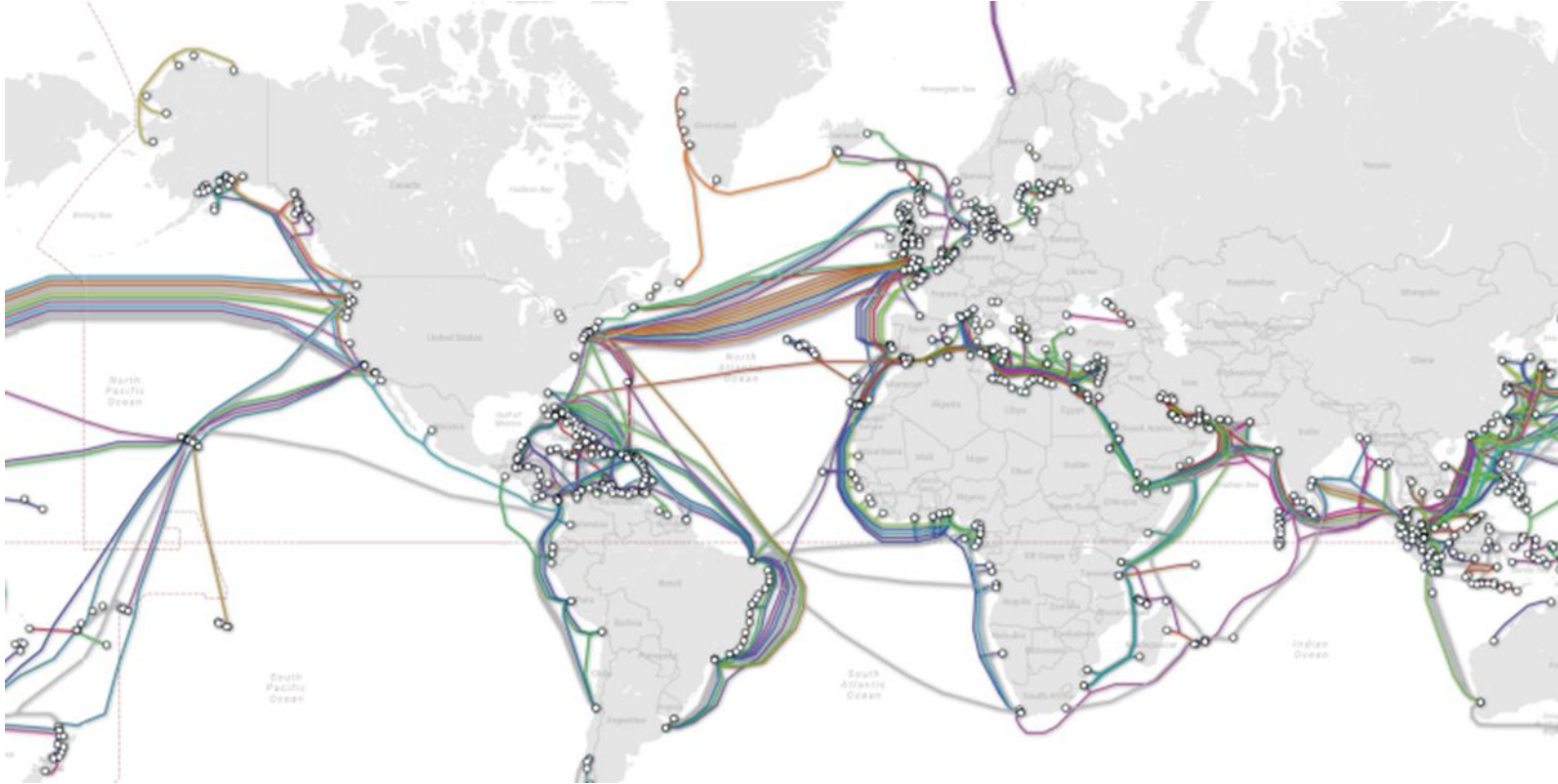
Tarihçe

- **1958 LASER'in (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Uyarılmış Işıma ile Işık Yükseltici) bulunması**
- **1962 Yarı iletken LASER'lerin geliştirilmesi**
- **1966 Cam fiber** kullanma düşüncesinin ortaya atılması
- **1970** Silikadan (Silikon Dioksit) fiber üretilmesi (20 dB/km. 850 nm. penceresinde)
- **1971** Kullanışlı LD ve LED'lerin bulunması
- **1973** Optik kabloların askeri haberleşmede kullanılması
- **1977'**de 2 km uzunluğundaki ilk fiber telefon iletişim hattı Chicago'da 672 ses kanalıyla kullanılmaya başlandı.
- Günümüzde uzun mesafe iletişim trafiğinin **%80'i fiber kablolar** üzerinden yapılıyor. Değişik firmalar tarafından üretilen yaklaşık 25 milyon kilometrelik fiber kablo kullanılıyor.

Tarihçe

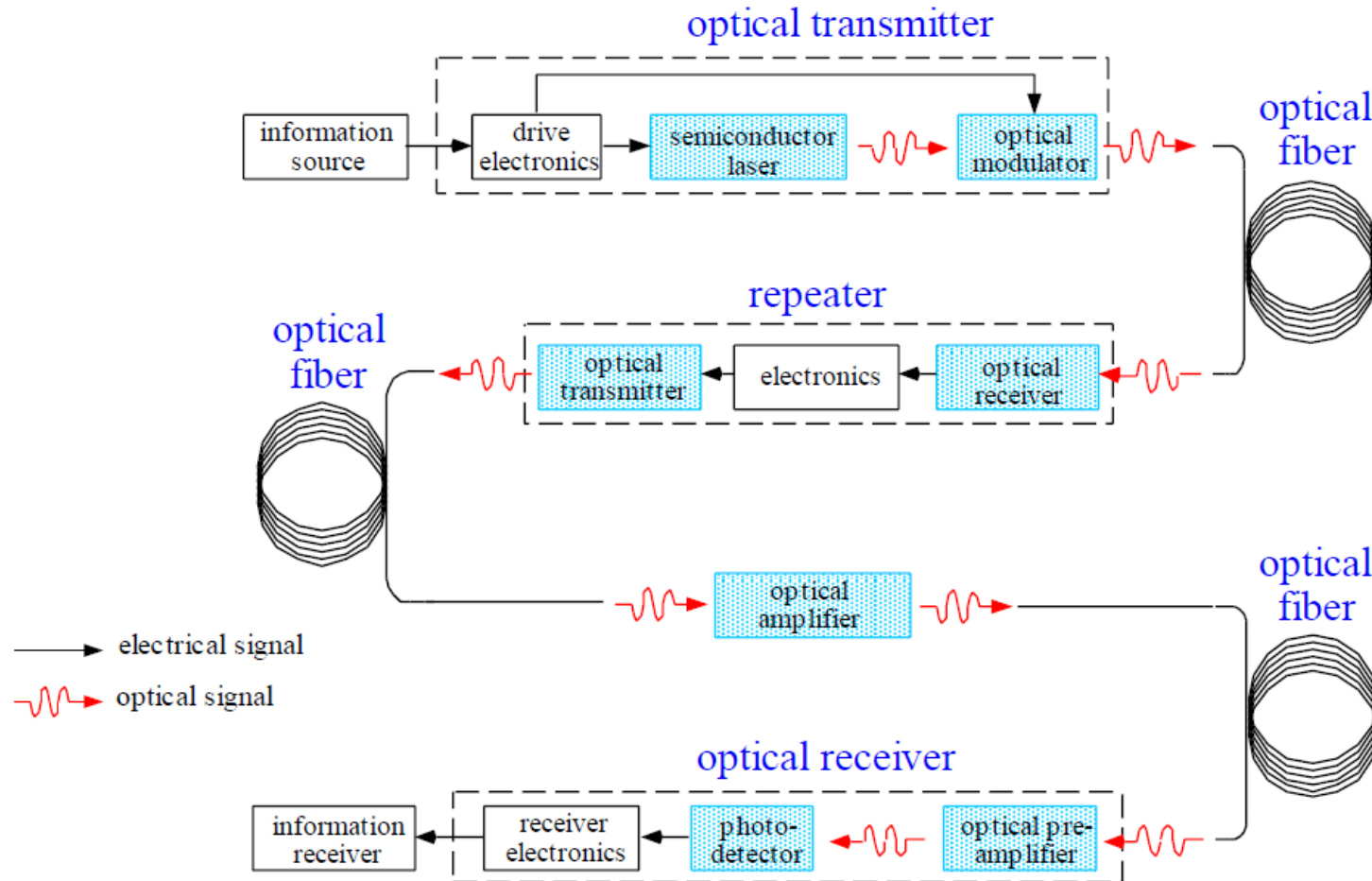
- **1979** Fiber zayıflamasının (4 dB/km'den 1550 nm.) 0.2 dB/km.'ye indirilmesi
- **1981** 100 Mb/s hızda tekrarlayıcı aralığının 10 km.ye çıkması
- **1983** 400 Mb/s hızla 25 km.lik tekrarlayıcı aralığının sağlanması
- **1985** 100 damarlı Dereceli indis fiber kullanılması 1989 1550 nm dalgaboyunda 400 Mb/s.lik hızla çoğullama ve tekrarlayıcı aralığının 120 km.ye çıkması
- **1991** 2.5 Gb/s.lik çoğullama ile 30720 kanala erişme (STM-16)
- **1995** 2.5 Gb/s.lik hızla 100 km iletim mesafesi
- **1996** 10 Gb/s.lik hızla 80 km iletim mesafesi (STM-64)
- **1997** 40 Gb/s.lik hızla 300 km iletim mesafesi (STM-256)

Denizaltı kablo haritası

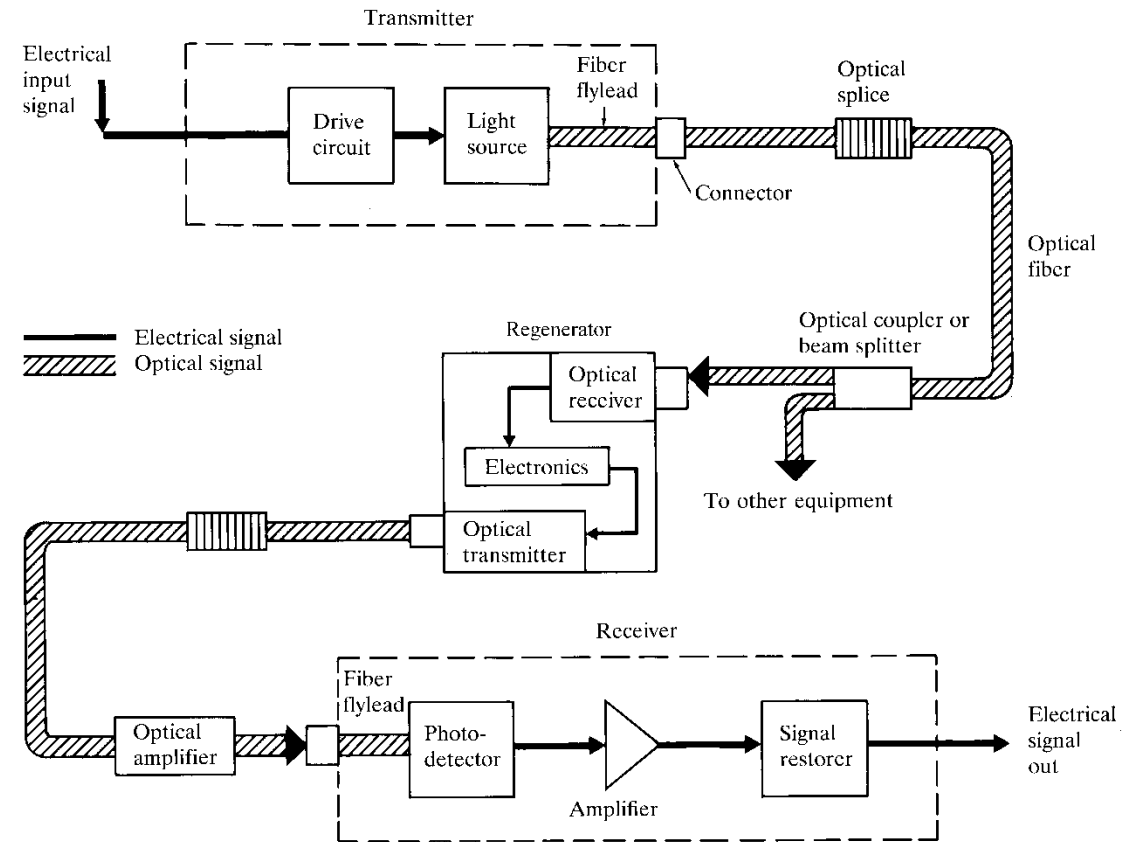


<https://www.submarinecablemap.com/>

Fiber Optik Haberleşme



Fiber Optik Haberleşme



Kullanım Alanları

- Telekomünikasyon
 - Haberleşme sistemleri için lazerler, modülatörler, fiberler, dedektörler
 - Optik bağlantılar
- Bilgi ve iletişim teknolojisi
 - Görüntüleme için CCD ve CMOS sensörleri
 - Veri depolama ve alma (CD, DVD, BluRay)
 - Optik arabağlantılar (özellikle günümüzde yüksek performanslı bilgi işlem bağlamında)



Kullanım Alanları

- Sensörler
 - Görüntü işleme / makine görmesi için "Akıllı kameralar"
 - Ölçüm için sensörler dahil, birçok uygulama:
 - Konum, mesafe, kalınlık vb.
 - Açısal hız (ring lazer / fiber jiroskoplar)
 - Gaz konsantrasyonu



Kullanım Alanları

- Güvenlik
 - İzinsiz giriş tespiti
 - Lazer radarı (LIDAR)
- Aydınlatma
 - İç mekan aydınlatması için LED'ler
 - Sanatsal aydınlatma için LED'ler ve Lazerler
- Enerji
 - Güneş hücreleri



Kullanım Alanları

- Biyofotonik
 - Optik cımbız, optik neşter
 - Optik tomografi
- Askeri
 - Gözetim
 - Silah rehberliği
 - Karşı önlemler ve lazer silahları



Neler Göreceğiz

- 1) Fiber Optik Ağlara Giriş ve Ders Tanıtımı
- 2) Fiber Optik Ağ yapısı
 - a) Fiberde ışığın iletilmesi (bozulması, dağılımı, yansıması, sinyal azalması)
- 3) Fiber optik Ağ bileşenleri
 - a) Optik İleticiler (Optical Transmitters)
 - b) Optik Alıcılar ve Filtreler (Optical Receivers and Filters)
 - c) Optik Yükselticiler (Optical Amplifier)
 - d) Anahtarlama Elemanları (Switching Elements)
 - e) Dalgaboyu Çeviriciler (Wavelength Conversion)
 - f) WDM Ağların Dizaynı (System Considerations)

Neler Göreceğiz

- 4) Optik Erişim Ağları
 - a) Pasif Optik Ağlar (Ethernet PON, WDM-PON, TDM-PON) ve Erişim protokolleri (MPCP, IPACT)
- 5) Optik Metro Ağları
 - 4) SONET, SDH ve OC-x standartları
 - 5) WDM Ağlarda Trafik Grunlama (paketleme/ayırma, anahtarlama, yönlendirme)
- 6) Fiber optik Ağlarda Yönlendirme ve Dalgaboyu Atama
- 7) Sanal Topoloji Dizaynı
- 8) Koruma Yöntemleri
 - a) Bağlantı koruması
 - b) Yol koruması

Neler Göreceğiz

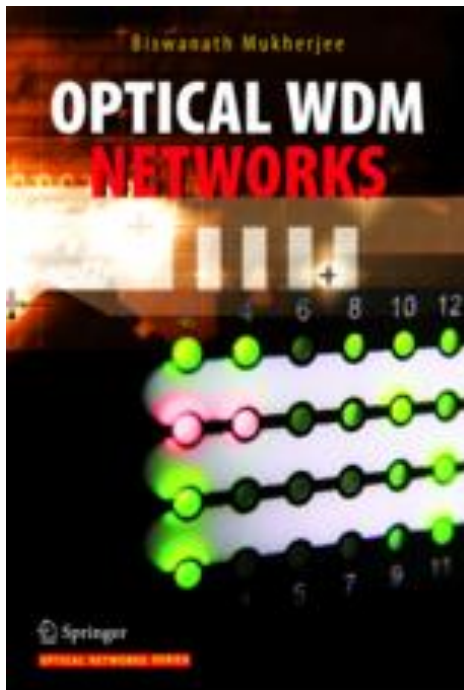
9) Restorasyon teknikleri

- a) Yol restorasyonu
- b) Alt-yol restorasyonu
- c) Bağlantı restorasyonu

10) Kullanılabilirlik Analizi

11) Ödev Sunumları

Temel Kaynaklar

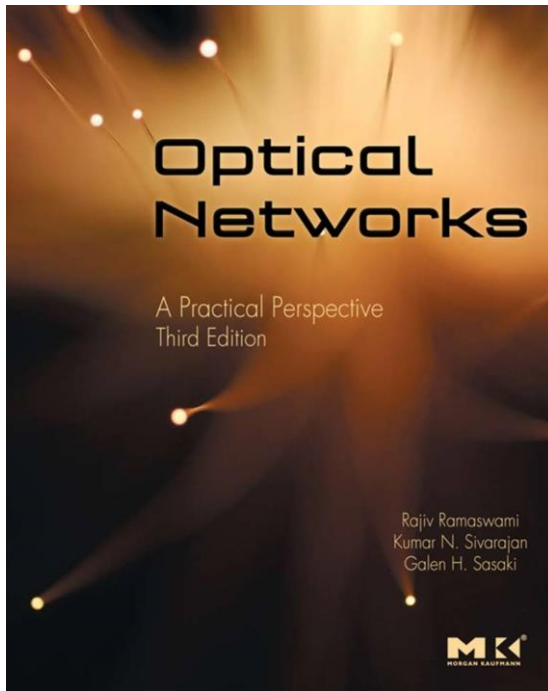


Optical WDM Networks

Springer, 2006

Mukherjee, Biswanath

Temel Kaynaklar

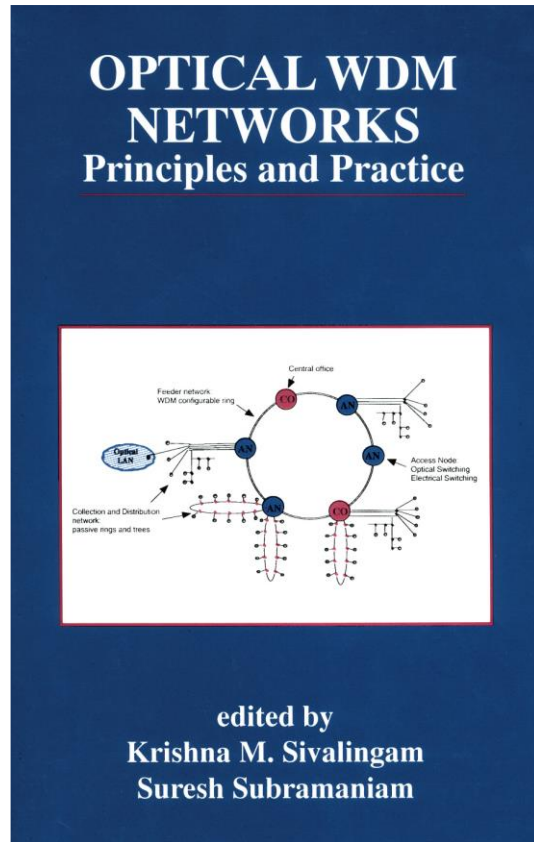


Optical Networks: A Practical Perspective

Third Edition

Rajiv Ramaswami • Kumar Sivarajan
• Galen Sasaki

Temel Kaynaklar



OPTICAL WDM NETWORKS

Principles and Practice

2002

Krishna M. Sivalingam • Suresh
Subramaniam

Yardımcı Kaynaklar

- Fiber Optik Haberleşme, Ders Notu, Ege Üniversitesi Elektronik Haberleşme Bölümü, Öğr. Gör. Seyhan Coşkun

Değerlendirme

Yarıyıl İçi Çalışmaları:

	Sayısı	Yıl içine katkı oranı
Ara Sınav	1	% 50
Seminer	1	% 30

Başarı Notu: Yarıyıl içi (% 60) + Yarıyıl Sonu Sınavı (% 40)