

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

İLETİŞİM TEKNOLOJİLERİ

Ankara, 2013

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. VERİ HABERLEŞME TEKNİKLERİ	3
1.1. Veri Haberleşmesi.....	4
1.1.1. ISDN (Integrated Services Digital Network) Sistemler	5
1.1.2. xDSL Sistemler (Dijital Abone Hattı)	8
1.2. Hücresel Telefon Sistemleri (AMPS, GSM, CDMA).....	14
1.3. Baz İstasyonu Antenleri ve Montaj Elemanları	20
1.4. GPRS ve Yeni Nesil Görüntülü Telefon Sistemleri.....	22
1.4.1. 3. Nesil (3G) Telefon Sistemleri.....	25
1.4.2. 4. Nesil (4G) Telefon Sistemleri.....	26
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	34
2. FİBEROPTİK HABERLEŞMESİ.....	34
2.1. Fiberoptik Haberleşme Sisteminin Temel Elemanları ve Işık Kanunları	35
2.1.1. Temel Kavramlar	35
2.2. Fiber Optik Kablo İçerisinde Işığın Yayılması ve F/O Kablonun Çalışması.....	42
2.2.1. Fiber Optik Kablonun Yapısı.....	43
2.2.2. Fiber Optik Kablonun Geleneksel (Bakır) Kablolara Olan Üstünlükleri	44
2.2.3. Fiber Optik Kablonun Kullanım Alanları.....	48
2.2.4. Fiber Optik Kabloların Sınıflandırılması.....	48
2.3. Fiber Optik Kabloyu Oluşturan 3 Katmanın (Nüve-core, Clad-yelek, Jacket-kaplama) İncelenmesi	51
2.4. Fiber Bağlantıları ve Veri Aktarımı	54
2.5. Fiber Optik Kablo Sistemleri ve Telemetre Uygulaması	55
UYGULAMA FAALİYETİ	56
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	59
MODÜL DEĞERLENDİRME	61
CEVAP ANAHTARLARI	64
KAYNAKÇA	66

AÇIKLAMALAR

ALAN	Elektrik-Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Haberleşme Sistemleri
MODÜLÜN ADI	İletişim Teknolojileri
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, iletişim teknolojileri ve çeşitleri hakkında bilginin ve kullanım yerine göre tercih seçeneğinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Yeni nesil iletişim teknolojilerini tanımak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modülle gerekli ortam sağlandığında, haberleşme sistemlerinde iletişim tekniklerini ve kullanım yerlerine göre çeşitlerini bileceksiniz. Amaçlar 1. Haberleşme sistemlerinde iletişim tekniklerini öğreneceksiniz. 2. Fiber optik kablo karakteristiklerini çıkarıp bağlantılarını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam Elektrik-elektronik laboratuvarı, işletme, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı vb. Donanım Bilgisayar, projeksiyon cihazı, çizim ve simülasyon programları, kataloglar, haberleşme deney setleri, fiber optik deney seti, adsl modem, çalışma masası, AVO metre, bread board, öğretmen bilgi sayfası, yardımcı elektronik devre elemanları, elektrik elektronik el takımları
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	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 Öğrenci,

Günümüz dünyamızda iletişim deyince artık aklımıza ilk olarak internet gelmektedir. Çok basit olan ses iletimi bile şu an internet üzerinden çok rahat bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bunların dışında sağlık hizmetleri, bankacılık işlemleri vb. birçok şey internet üzerinden yapılabilmektedir.

İnternete bağlanmak istediğimizde ise karşımıza birden çok seçenek çıkmaktadır. Evimizde, seyahatlerde bile internete bağlanma seçenekleri oldukça fazladır. Bu seçenekler arasında tercih yaparken avantajları ve dezavantajları beraber değerlendirilerek aralarında tercih yapmak durumunda kalmaktayız.

Bu teknolojileri abonelere ulaştırmak için çeşitli teknikler de gelişmiştir. Bakır kablolar artık rakipsiz değil ve fiber optik sistemlerle kullanım yarışı içindedir. Kablo ile bağlanmanın dışında kablosuz çözümlerde piyasada yerini almıştır.

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 modülde sizlere çeşitli iletişim teknolojileri çeşitlerini ve fiber optik sistemlerden bahsedilecektir.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Haberleşme sistemlerinde iletişim tekniklerini öğrenip ve bu teknikler arasında ihtiyacınıza uygun tercih yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- İnternete ihtiyaç duyduğunuz anlarda bu ihtiyacı nasıl karşıladığınızı ve varsa yaşadığınız aksaklıkları sınıfta anlatınız.

1. VERİ HABERLEŞME TEKNİKLERİ

Veri haberleşmesi deyince ilk olarak aklımıza internet gelmektedir. Hâlbuki bu modülde göreceğimiz teknolojiler çok önceden geliştirilmiş sistemler olup veri haberleşmesi için geliştirilmiştir. Günümüzde internet ortamının gelişmesi ve tüm ülkeler tarafından standart olarak kabul edilmesi internet ve veri haberleşmesi beraber anılmaya başlamıştır.



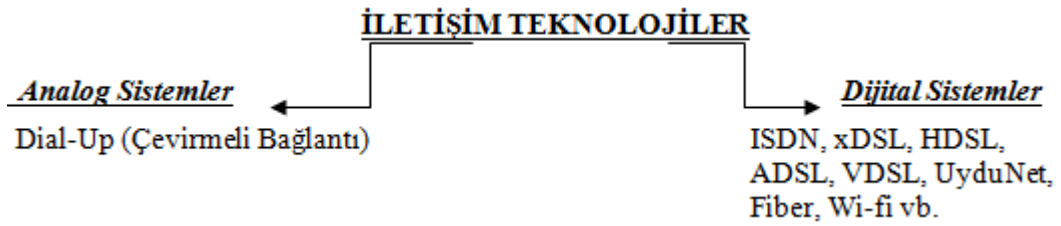
Resim 1.1: İnternet ortamı

Başlangıçta sadece iki bilgisayar arasında başlayan veri iletimi 1969 yılında ARPANET ilk ağ yapısını oluşturmuş ve günümüz *internetinin* temeli olmuştur. Bu altyapı sayesinde sesli ve görüntülü telefon görüşmeleri, bankacılık işlemleri (*internet bankacılığı*, atm hizmetleri), sağlık bilgileri, eğitim bilgileri (e-okul), adli işlemler (uyap) ve daha birçok veri iletim hizmetleri yapılabilmektedir.

1.1. Veri Haberleşmesi

Haberleşme sistemler için **veri**, anlam ve bağlamdan bağımsız, bütünlüğü ve yapısı bozulmamış ve ekonomik olarak bir noktadan diğerine iletilmesi istenen metinler, sesler, görseller ve videoları ifade eder.

Veri iletişim teknikleri ilk başlarda analog sistemler üzerinde başlamış. Daha sonrası entegre teknolojisi gelişmesi ile dijital sistemlere geçmiştir. Dijital sistemlere geçişle veri iletim hızları artmıştır. Bunun değişik alternatif ve hizmetleri gelişmiştir.



Tablo 1.1: Veri iletişim teknolojileri

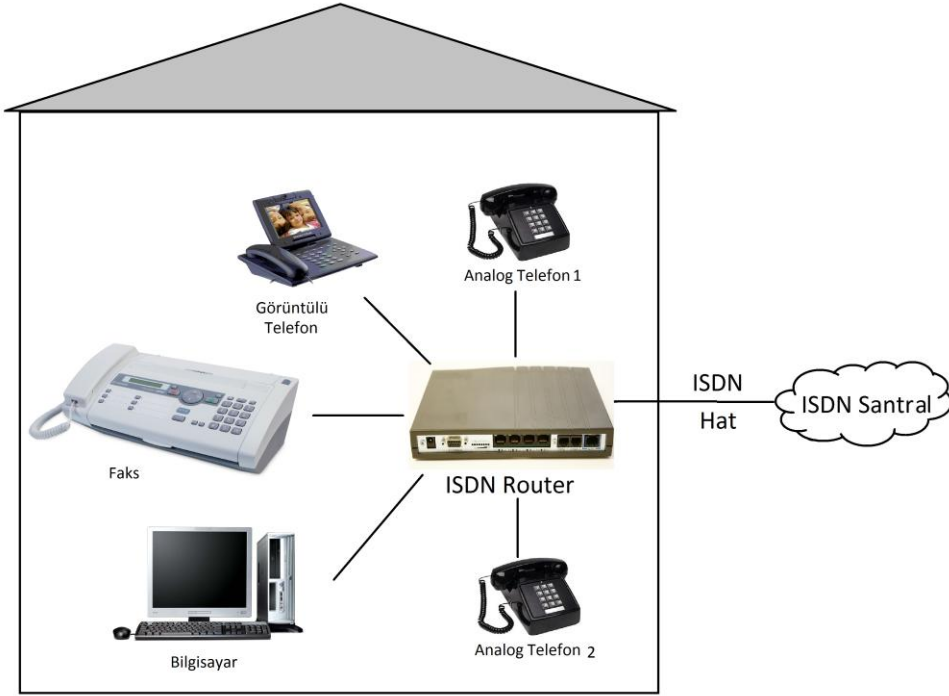
	Dial-Up	ISDN	ADSL	UyduNet	Fiber İnternet
Hizmet Alanı	Telefon hattının olduğu her yer	Özel santral bölgelerinde	Santrala yakın bölgelerde (4-5 km yakını)	Her yer	Fiberoptik kablo tesisatı yapılan yerler
Hız	2400 bps-56Kbps	128 Kbps-2 Mbps	128 Kbps- 8 Mbps	6 Mbps ve Üstü	40 Mbps ve Üstü
Örnek; 10 Mbyte dosya indirme süresi	25- 40 dakika	10 dakika	13 saniye	15 saniyeden az	10 saniyeden az

Tablo 1.2: İletişim teknolojilerinin karşılaştırılması

1.1.1. ISDN (Integrated Services Digital Network) Sistemler

ISDN, mevcut analog telefon şebekesinin sayısal alternatifidir. Normal bir telefon hattı gibi bir telefon numarası çevirip hem sayısal hem de analog hatlara ulaşım sağlanabilir. Tamamen sayısal bir hizmet olan ISDN geleceğin telefonu olarak adlandırılmıştır.

ISDN, **I**ntegrated **S**ervices **D**igital **N**etwork sözcüklerinin baş harflerinden oluşmuştur ve *Bütünleştirilmiş sayısal ağ hizmetleri* olarak türkçeleştirilmiştir. ISDN teknolojisini alışılmış analog hatlardan ayıran en önemli özellik tamamen sayısal temiz bir ses kanalı sağlamasının yanında, aynı anda veri (data) iletişimine de izin verebilmesidir. Ses, görüntü, veri gibi her türlü bilginin sayısal bir ortamda birleştirilip aynı hat üzerinden iletilmesinin sağlandığı bir haberleşme ağıdır.



Resim 1.2: ISDN hizmetleri

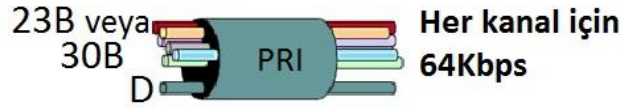
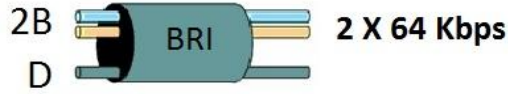
Evde veya işyerindeki bilgisayar, faks, telefonun hepsi aynı hat üzerinden kullanılabilir. Türk Telekom'da kısaca "görüntülü telefon" olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca ISDN sayesinde görüntülü telefon yanında arayan numarayla görme, görüşme süresi, kontör sayısını öğrenme, video konferans vb. özelliklerden yararlanılabilir, *internete* hızlı bir şekilde bağlanılabilir.

- ISDN'nin sağladığı ve kullanılmakta olan telefon şebekelerine göre avantajları
 - Yüksek kalitede ve güvenilir iletim,
 - Yüksek esneklik,
 - Yüksek iletim hızı,
 - Kullanıcı hizmetlerinin gelişmesi,
 - Aynı anda birden fazla hizmeti sunabilmesi (Örnek; telefonla konuşurken faks hizmeti sağlaması),
 - Kullanıcılar her türlü iletişim hizmetinden, tek bir şebeke üzerinden yararlanmaktadır.
 - Yüksek kaliteli ve güvenilir haberleşme sağlanır. ISDN ile sayısal haberleşme teknolojisi tam ve etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Haberleşme ağında kirlilik ve veri hataları nadiren görülür, malzeme arızaları kolaylıkla tespit edilebilir ve yedekleme sistemine geçerek sistemin tekrar devreye alınması kolay olmaktadır.
 - Şebeke hatları gibi faksları, bilgisayarları, nakit kredi kartı okuyucuları kaydeder ve birçok diğer cihazlar gibi tek bir hat üzerinde cihazlara geçiş yapılabilir. Bu tüm cihazlar birlikte çalışabilir ve doğrudan tek bir hat ile bağlanabilir.
 - Çevirmeli ağ modemlerde bağlantı kurulması için 30 ila 60 saniye gerekirken ISDN'de sadece 2 saniyelik bir bağlantı başlatmak için yeterlidir.
- ISDN sistemin dezavantajları
 - ISDN hatların diğer tipik telefon sisteminden daha çok pahalı olmasıdır.
 - ISDN, özel dijital cihazlar gerektirir.
 - DSL teknolojilerine göre daha pahalı ve yavaştır.
 - Normal telefon hatlarından farklı olarak ISDN hatları telefon şirketinden enerji almaz. Bunun yerine dışarıdan bir güç kaynağına ihtiyaç duyarlar. Bu sebeple bir enerji kesintisi durumunda ISDN hatları da çalışmamaktadır.
- ISDN Standartları

ISDN iki tür hat içerir:

- BRI (Basic Rate Interface),
- PRI (Primary Rate Interface).

Hem BRI'da hem de PRI'da B kanalları ve D kanalları mevcuttur. B kanalları veri taşımak için kullanılır. D kanalları kontrol ve işaretleme bilgisi taşır.



Şekil 1.1: ISDN standartları

BRI hatlarda 2 adet 64 Kbps'lik B kanalı ve bir adet 16 Kbps'lik D kanalı mevcuttur. T1 çerçevesi kullanılan PRI'lar 23B+D ve E1 çerçevelemesi kullanılan PRI'lar ise 30B+D olarak ifade edilir. T1 standardı (23B+D) Amerika'da ve E1 standardı (30B+D) ise Avrupa'da kullanılmaktadır.

Arayüz	B kanal sayısı	Açıklayıcı Terim	Hız	Kullanım Alanı
BRI	2	2B + D	128 Kbps	Temel kullanım: Ev
PRI (T1)	23	23B + D	1,54 Mbps	Yoğun kullanım: İş yerleri (Amerika ve Japonya)
PRI (E1)	30	30B + D	2 Mbps	Yoğun kullanım: İş yerleri (Avrupa)

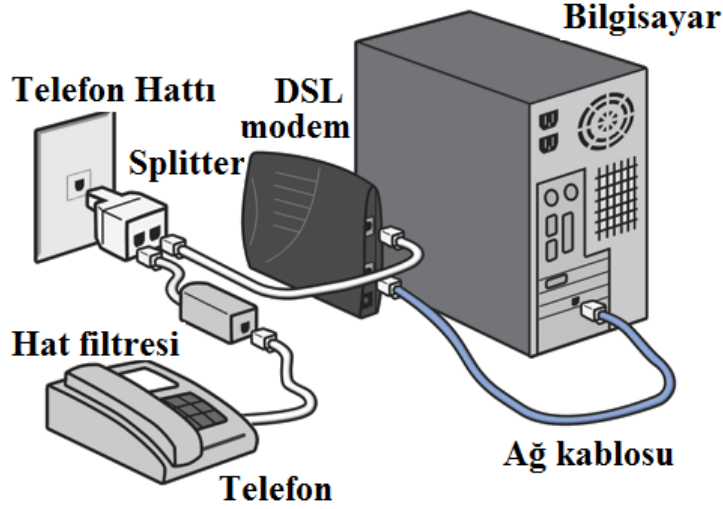
Tablo 1.3: ISDN standartlarının karşılaştırılması

➤ Ülkemizde ISDN

Dünyada yaygın olan ve küçük kurumların bile ISDN kullanabilmesini sağlayan ISDN / BRI servisi ülkemizde neredeyse hiç verilmemektedir. Türk Telekom'un bu konuda bazı çalışmaları vardır. ADSL hizmetinin yaygınlaşması sonucu ISDN hizmeti geride kalmıştır.

1.1.2. xDSL Sistemler (Dijital Abone Hattı)

DSL (Digital Subscriber Line-Sayısal Abone Hattı), sıradan bakır kablolar üzerinden evlere ve ofislere yüksek bant genişliği sağlayan bir teknolojidir. xDSL şeklinde de adlandırılıp, baştaki x harfi değiştirilerek türleri adlandırılır: ADSL, ADSL2, ADSL2+, SDSL, IDSL, HDSL, VDSL, VDSL2



Resim 1.3: DSL bağlantısı

DSL (Digital Subscriber Line) diğer adlandırılmasıyla uzak erişimin geleceği (The Future of Remote Access); yerel bölgede telekom santralı ile kullanıcı arasında telefon için çekili alt yapıda kullanılan bir çift bakır tel üzerinden yüksek hızlı veri (data) ve ses (voice) iletişimini aynı anda sağlayabilen, 1997'nin ikinci yarısında kullanıma sunulan bir veri iletişim teknolojisidir.

Söz konusu tel uzunluğuna bağlı olmak üzere çeşitli tipleri bulunmakta olup bunlar; En yaygın olarak kullanılan DSL ailesi üyesi, ADSL ve VDSL'dir. DSL ürünlerinin en belirgin faydası, veri hızı ve kullanılan donanım maliyetinin yapılan işe oranla son derece düşük olmasıdır. Hız karşılaştırması yapıldığında, bugünün en hızlı çevirmeli ağ modeminden 200 defa daha hızlı erişim sağlamak mümkündür.

DSL Abone Hat Türü	Maksimum Hız		Azami Mesafe
	Download	Upload	
HDSL	2,3 Mbps	2,3 Mbps	8 km
ADSL	8 Mbps	1 Mbps	5 km
VDSL	16 Mbps	16 Mbps	1,2 km

Tablo 1.4: Xdsl hat türlerinin karşılaştırılması

➤ Avantajları

- Telefon hattını meşgul etmez.
- Çoklu ortam uygulamaları için yeterince hızlıdır.
- Son kullanıcı için DSL modem ücreti dışında ekstra yatırım gerektirmez.
- Benzer hızı sağlayan teknolojilere göre daha ucuzdur.
- DSL ile Internet omurgasına direkt erişim sağlar.
- Mevcut altyapıya ekstra masraf getirmez.
- Sürekli olarak bağlantıda kalabilir.

➤ Dezavantajları

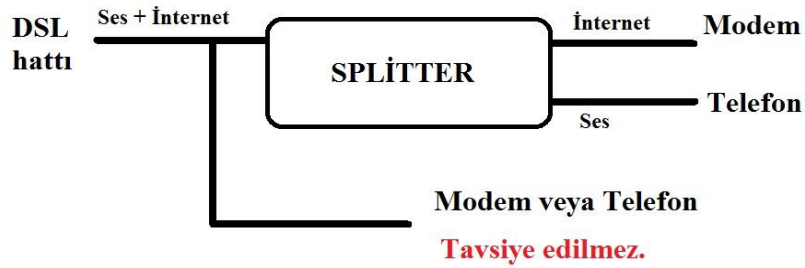
- Hizmetin sağlandığı santralden uzaklaştıkça bağlantı hızı düşer.
- Hizmeti sağlayan işletmeci için altyapı maliyeti fazladır.
- Telefon hattına bağlıdır. Mobilitayı sınırlar.

➤ xDSL bağlantının temel çalışma mantığı

Bilindiği üzere ses bir dalgadır ve sizin telefonda konuşurken veya *internette* gezinirken alıp verdikleriniz bir dalga olarak hareket eder. Bir dalga da temel olarak dalga boyu ve frekansı ile tanımlanır.

İnsan kulağı düşük frekansları duyabildiği için telefonda konuşurken gönderdiğiniz dalgalar düşük frekans ve yüksek dalga boyuna sahiptir. Bu şekilde uzak mesafeler bile konuşabilirsiniz.

Eğer *internete* çevirmeli ağ ile bağlanıyorsanız, konuşurken kullandığınız frekansın aynısını kullanırsınız. Bu sebeple internetteyken telefonu kaldırdığınızda bağlantı seslerini duyarsınız.



Şekil 1.2: DSL splitter bağlantısı

Fakat xDSL daha yüksek bir frekans kullanır. Bu sayede siz DSL ile *internete* bağlıyken hiçbir ses duyamazsınız çünkü insan kulağı yüksek frekansları algılayamaz. Ancak her güzel şey gibi bunun da bir dezavantajı vardır. Yüksek frekans kullanıldığı için dalga boyu düşüktür.

Bu sebeple telefon santraline ne kadar yakınsanız DSL hızınız o kadar yüksektir. Örneğin uzak mesafede DSL ile internete bağlanmaya çalışırsanız hiçbir şey elde edemezsiniz.

➤ **HDSL (High-Datarate Digital Sucriber Line)**

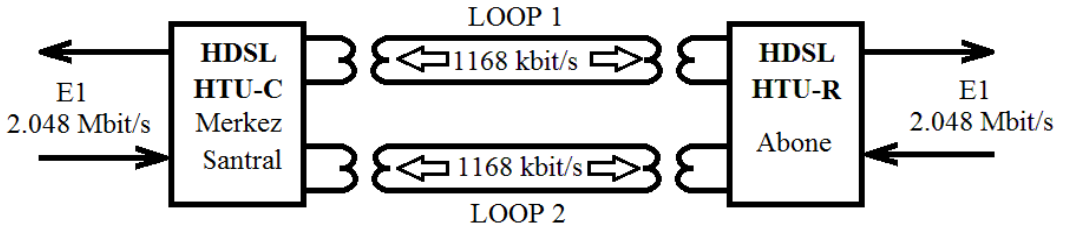
HDSL 90'lı yılların başlarında müşterilerin, yüksek hızlardaki veri iletişim isteğinin mevcut döşenmiş bakır kablolar üzerinden karşılamak için yeni bir teknoloji olarak geliştirilmiştir.

Yeni kurulmakta olan yerlerde **fiber (lif)** kablo teknolojisi kullanarak kullanıcıların istekleri sağlanmaktadır ancak bakır kablo olan yerlerde ekonomik olması için simetrik kablo çiftleri kullanılarak geniş bant servislerinin gelişimi hızlandırılmış ve yaygınlaştırılmıştır.

DSL teknolojisinin ilk aşaması olan HDSL'in en büyük özelliği tamamen simetrik olmasıdır. Bilgi gönderim ve alım hızları aynıdır. T1 ve E1 standartlarına bağlı olarak 1,544 Mbps veya 2,408 Mbps olarak hız sağlamaktadır.

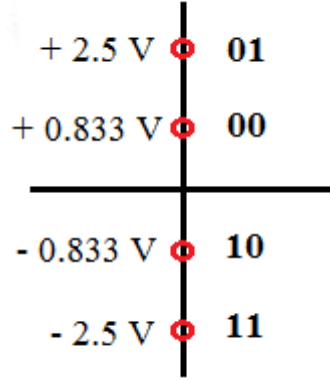
➤ **Çalışma prensibi ve kodlama tekniği**

HDSL var olan bakır kabloları kullanarak T1 / E1 işaretini yineleyici kullanmaksızın 0,5 mm'lik kablolar ile 4,6 km'ye kadar, T1 standardında 1.544 Mbit/s, E1 standardında ise 2.304 Mbit/s veri iletim hızında iletebilmektedir. Bu sistem temelde karşılıklı olarak çalışan HTU-C (merkez ünite) ve HTU-R (uzak ünite) adında iki adet iletim ünitesinden oluşur. Merkez ünite santrale yerleştirilirken, uzak ünite abone tarafında bulunur.



Şekil 1.3: HDSL sistem yapısı

Temel olarak HTU-C 2.340 Mbps frekansındaki E1 işaretini santralden alarak Loop 1 (Döngü 1) ve Loop 2 (Döngü 2) adı verilen iki adet bakır kablo üzerinden (simetrik bakır kablo çiftleri) her biri 1.168 Mbps frekansında olmak üzere HTU-R'ye gönderir. HTU-R aldığı bu işaretleri yeniden E1 işaretine dönüştürerek abonenin kullanımına uygun şekilde getirir.



Şekil 1.4: HDSL hat kodlaması

HDSL, 2B1Q (2 Binary symbols to 1 Quaternary symbol – 2 ikili sembol 1 dördüncül sembol) kodlama tekniğini kullanır. 2B1Q kodu temelde bir 4 düzeyinde PAM (faz genlik modülasyonu) işaretidir. 2B1Q genellikle Kuzey Amerika'da DSL sistemleri için standart satır kod olarak kullanılır. Buna alternatif olarak CAP (Carrierless Amplitude Phase Modulation-Taşıyıcısız Genlik Evre Kipleme) adında ayrı bir kodlama tekniği daha mevcuttur.

➤ HDSL'in faydaları

- Yerleşimin yoğun olduğu bölgelerde, HDSL kapasite artırımı sağlar.
- HDSL'in kurulması ve işleme verilmesi çok kısa bir zaman almaktadır.
- Servis işleticileri, bütçe tasarrufu ve işletim kolaylığı ister. HDSL'in kullanımı kolaydır.
- Mevcut şebekede bakır kullanılmaktadır ve bunların kullanım süreleri ile kapasiteleri artırılmış olacaktır.
- Bakır kabloların kullanılması, fiber kabloya göre çok daha ekonomiktir.

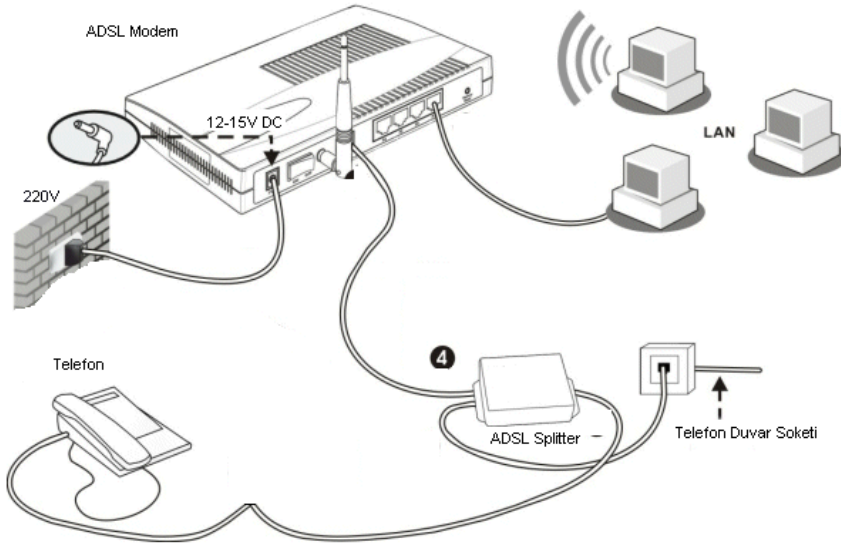
➤ Başlıca uygulama alanları

- Santraller arasında PCM trunk hatlarında,
- Tüm 2Mbit/s transmisyon gereksinimlerinde,
- Video konferans hizmetinin sunulmasında,
- Voice extension gereksinimlerinde,
- GSM baz istasyonlarında,
- İnternet erişimlerinde,
- Kampus bölgelerinde,
- Askeri bölgelerde,
- İş merkezlerinin ya da büyük firmaların kendi birimlerine yüksek hızda bağlanmalarındadır.

➤ ADSL (Asymmetric-Data-Rate Digital Subscriber Line)

ADSL (Asimetric Digital Subscriber Line), Asimetrik Dijital Abone Hattı anlamına gelmektedir. Bu açıklamada kullanılan asimetrik kelimesinin kullanılmasının amacı: Kullanıcıdan santrale yönündeki veri hızı ile santralden kullanıcıya yönündeki hız birbirine eşit değildir. Bu yüzden bu DSL çeşidine Asimetrik DSL denmektedir. HDSL'den sonra gelen ADSL, tamamen ev kullanıcıları için düşünülmüştür. ADSL'in asimetrik yapısı sayesinde aboneye doğru daha hızlı ancak ters yönde daha az bir veri akışı gerçekleşir. Asimetrik yapısı nedeniyle internet ya da benzer veri kaynaklarına ulaşım tek yönde veri aktarımı yapmak isteyen müşteriler için en elverişli uygulamadır.

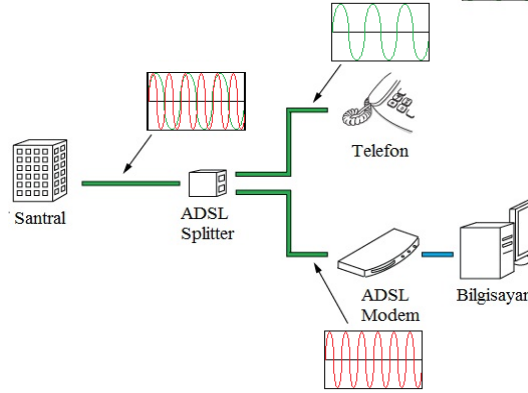
ADSL'de uygulamalar da asimetriktir. *Video on demand*, evden alışveriş, *internet* erişimi, uzak LAN erişimi, multimedya erişimi gibi hizmetlerin hepsi aşağı yönde yüksek veri hızı taleplerini belirtir. Örneğin, simüle edilmiş MPEG filmleri aşağı doğru akışta 1,5 ya da 3 Mbps gerektirir. Yukarı doğru ise 64 Kbps'den fazla olmasına gerek kalmadan yeterlidir.



Resim 1.4: Evimizde kullanılan ADSL bağlantısı

ADSL'nin uzaklığa bağlı olarak değişen aşağı yönde bir hız menzili vardır. Yukarı doğru (aboneden veri kaynağına doğru) veri hızı 16 Kbps ile 640 Kbps arasında değişir. Veri kaynağından aboneye doğru ise minimum 1.544/2.048 Mbps'den başlamak ve 9 Mbit/s hızla veri transferi yapan düzenlemeler mevcuttur. Şu anda Türkiye'de ise 128 Kbps/32 Kbps'den 2048 Kbps/512 Kbps'e kadar hızlarda hizmet verilebilmektedir. Bu düzenlemelerin hepsi POTS üzerindeki bir frekans bandında çalışır ve bir abone ADSL modemi devre dışı bıraksa bile POTS servisi bağımsız olarak çalışır.

ADSL sayısal olarak sıkıştırılmış video iletimi gerçekleştirdiğinden yaptığı diğer işlemlerin yanında, video sinyalleri üzerindeki gürültü etkisini azaltmayı amaçlayan hata düzeltme yeteneklerini de kapsar. Bu hata düzeltme işlemi (error correction) LAN ve IP tabanlı veri haberleşmesi uygulamaları için çok fazla bir rakam olan yaklaşık 20 milisaniyelik bir gecikmeyi beraberinde getirir. Bu nedenle ADSL hata düzeltmeyi uygulayıp uygulamamak için ne tür bir sinyalin geçtiğini bilmelidir.



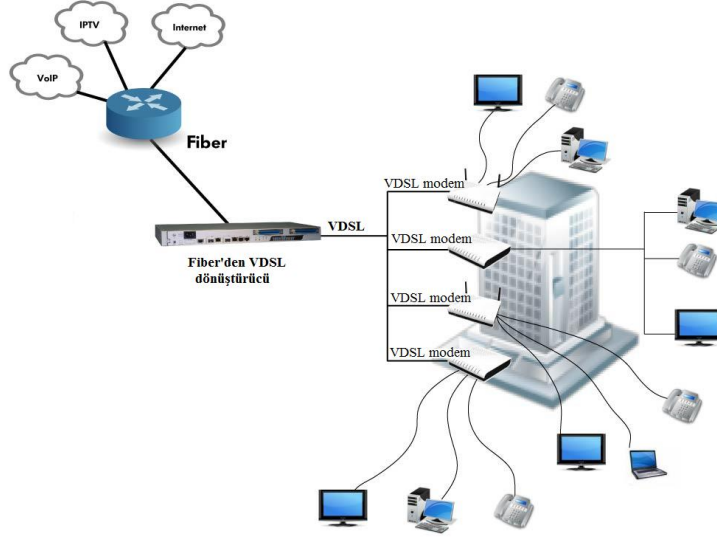
Şekil 1.5: ADSL splitterin işlevi

➤ VDSL (Very-High-Data-Rate Digital Subscriber Line)

VDSL, (Very high data rate DSL), çok yüksek hızlar vaat eden gelişen bir teknolojidir.

VDSL, ADSL'e çok benzeyen bu DSL teknolojisi, Telefon ve ISDN servislerinin yanında geliş yönünde 55.2 Mbps, gidiş yönünde 19.2 kbps-2.3 Mbps arası hızlarda çoğul ortam trafiği geçirebilmektedir. VDSL, ADSL'de olduğu gibi frekans bölmeli çoğullama uygulamakta, transmisyon hızları aynı ise simetrik olarak da çalışabilmektedir. VDSL'in ADSL'den en belirgin farkı iletim mesafesinin azlığındadır. 13 Mbps hız için 1,5 km, 55,2 Mbps için 300 m'lik mesafelerden daha öteye erişememektedir. VDSL'in temel bir kullanım alanı, FTTN (Fiber to The Neighborhood) uygulamalarında görülmektedir. Santralden gelen fiber hattının sonlandığı bir optik ağ ünitesi (ONU) ile ev ya da işyerine bağlı olan tek bir bakır hat arasında uygulanan VDSL, binanın yakınlarına kadar gelen fiber hattını, evlere eski ya da yeni döşenen bakır hatlar üzerinden bağlamaktadır. Ya da bir gökdelenin bütün katlarına VDSL ile katlar arası kısa mesafeli hatlarla ulaşılabilir.

VDSL hizmeti alınabilmesi için yakın mesafede (1,5 km'den az) fibeoptik dağıtımın olması gerekmektedir.



Resim 1.5: VDSL kullanımı

1.2. Hücresel Telefon Sistemleri (AMPS, GSM, CDMA)

İlk olarak 1947 yılında geliştirilen hücresel telefon sistemi, taşıtlarda telefon kullanımını olanaklı kılarak haberleşme alanına radyo haberleşmesinin değişik bir uygulaması olarak girdi. Türkiye'de ilk olarak 1987 yılında kullanılmaya başlanan hücresel telefon sisteminin uluslararası bir standarda kavuşması ile şu anda tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.



Resim 1.6: Hücresel telefonlar

Hücresel telefon sistemi, aynı frekansın, tanımlı alanlar içinde konuşma kanalı olarak birden fazla sayıda kullanılması ilkesine göre çalışır. Tekrar kullanılan frekansların birbirleriyle etkileşiminin önlenmesi aynı frekansın kullanıldığı alanların birbirlerinden yeteri kadar uzakta tanımlanmasıyla sağlanır.



Şekil 1.6: Frekans kullanımı

Bu amaçla sistem, bal peteği gibi birbirine bitişik olarak çalışan hücrelerden oluşmakta ve her hücre düşük çıkış gücü ve kısa mesafeli radyo sinyalleri ile çalışan ana alıcı-verici istasyonu ile çalışmaktadır. Bu sayede aynı frekanslar değişik hücrelerde tekrar kullanılmakta ve aynı frekans daha fazla sayıda telefon görüşmeleri için kullanılmaktadır. Büyük şehirlerde ve aynı anda birçok görüşme yoğunluğu taşıyan bölgelerde hücre daha küçük ve daha sık yapıdadır.

➤ Mobil Telefon Sistemlerinin aşağıdaki nesilleri vardır:

- 1G olarak adlandırılan ilk nesil sistemlerde, analog veri akışı kullanılır.
- 2G olarak adlandırılan ikinci nesil sistemlerde sayısal veri akışı kullanılır.
- 2.5G olarak adlandırılan ikinci nesil sistemlerde devre anahtarlamalı sistemlere ilave olarak paket bazlı veri iletişimin eklenmesini (GPRS, EDGE) içeren şebekeleri ifade eder. GSM [[2G] ve [2.5G]] kategorisine giren ikinci nesil bir sistemdir
- 3G olarak adlandırılan üçüncü nesil sistem ile daha hızlı veri transferi ve bant genişliğinin daha verimli kullanımı mümkün olmuştur.
- 4G olarak adlandırılan dördüncü nesil sistem ile kapsama alanı başta olmak üzere 3G ile çözülmemiş olan sorunların çözülmesi beklenmektedir.

Mobil telefon sisteminde analog sistemlerden sonra ortaya çıkan dijital sistemler 2. nesil olarak adlandırılmaktadır. Üç tane önde gelen 2. nesil hücresel cep telefonu standardı bulunmaktadır. Bunlar; GSM, CDMA ve D-AMPS. Bu üç rakip standart arasında dünya genelinde en yaygın olanı yaklaşık %60 pazar payına sahip olan GSM'dir.

➤ D-AMPS

AMPS, (Advanced Mobile Phone System) Gelişmiş Mobil Telefon Sistemi adıyla anılır. Bir analog mobil telefon standardıdır. ABD, Güney Amerika'nın büyük bir bölümü ve Güney Pasifik'te halen kullanılan bu standart Avrupa mobil telefon standartlarıyla uyumsuzdur.



Resim 1.7: D-Amps telefon

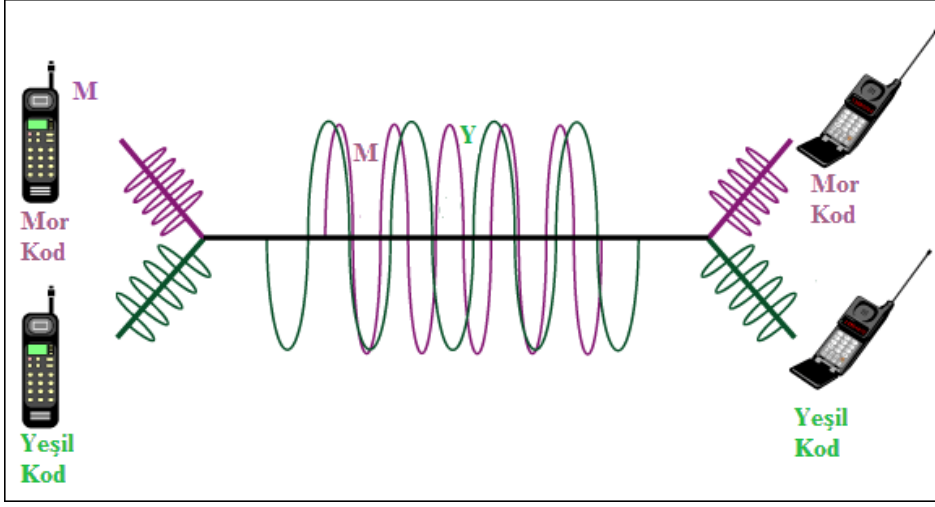
2G sisteminin gelişimi ve dijital sistemlerin yaygınlaşması AMPS yerine dijital olan D-AMPS'a bırakmıştır. Fakat tüm kabul görmüş olan GSM karşısında kullanım oranı oldukça düşüktür.

➤ CDMA

CDMA şebekesi ise cep telefonu abonelerinin telefonlarını sim kartsız olarak yanlarında gezdirebilmelerini ve ülkenin her yerinden kullanabilmelerini sağlayan bir sistemdir. CDMA operatörleri aynen GSM operatörleri gibi milyonlarca müşteriye sahiptir ve daha fazla avantaj sunuyor. Piyasada hem CDMA hem de GSM şebekesinde çalışan telefonlar da var. Bir telefon modeli için hem CDMA hem de GSM şebekesiyle çalışması üretilmektedir.

CDMA sisteminde, IMEI numarasına göre operatör telefonu tanımlar ve şahsın telefon numarasını bu IMEI numarasına kaydeder. Yapılan tüm görüşmeler ve veri alışverişleri bu tanımlama üzerinden gerçekleştirilir. Bu telefonlarda SIM kart çalışmaz.

CDMA şebekesinde çalışan telefonlar Türkiye'de kesinlikle iletişim kuramaz. Çünkü böyle bir şebeke desteği yoktur. Bu telefonu kullanabilirsiniz ancak konuşma ve mesajlaşma yapamazsınız. Yurtdışından gelen cihazların mutlaka CDMA ile çalışıp çalışmadığını kontrol edin. Ancak CDMA / GSM şebekesinde çalışan telefonlarda SIM kart girişi olacağı için Türkiye'de sorunsuz çalışacaktır.



Şekil 1.7: CDMA çalışması

CDMA'ın haberleşmede kullanılan asıl anlamı da çoklu erişim metotları olarak vardır. CDMA'de ise Code division multiple access kullanılır ve bunda her bir telefona sinyal kodlanarak gönderir ve telefon kendi kodundaki sinyali çözerek iletişim kurar.

Kalite olarak CDMA önde görünüyor. Aynı frekansta daha fazla sayıda cihaza hizmet vermek mümkündür. Yani kapasite olarak daha fazlaya imkân sağlıyor. Cihazın çekim gücü sinyali zayıfladığında CDMA'de ses kalitesi daha az bozuluyor. Yani ses kalitesi olarak düşük sinyalde CDMA daha iyidir. GSM, TDMA'deki süre sınırından dolayı baz istasyonu ile mobil istasyonun arasındaki mesafe arttıkça kaliteden kaybediyor ve 30 km'den fazla mesafede iletişim başarılı olmuyor. Nedeni elektrik dalgasının telefona gidip gelirken kat ettiği yolda harcadığı zaman. GSM ile maksimum. 35 km, CDMA ile düz arazi ve iyi havada 70 km kapsama mümkün olduğu varsayılıyor.

CDMA'de olan bir sorun ise breathing yani soluma denen mesele, baz istasyonunun yükü arttıkça yakınında artan sinyal yoğunluğu uzaktaki sinyali duymasını zorlaştırdığından kapsama alanı azalıyor.

CDMA, dünyada sınırlı yerde kullanılıyor ki CDMA cihazlarla uluslararası dolaşım zordur.

3G'de de WCDMA, Wideband (genişbant) CDMA kullanılıyor.

➤ GSM

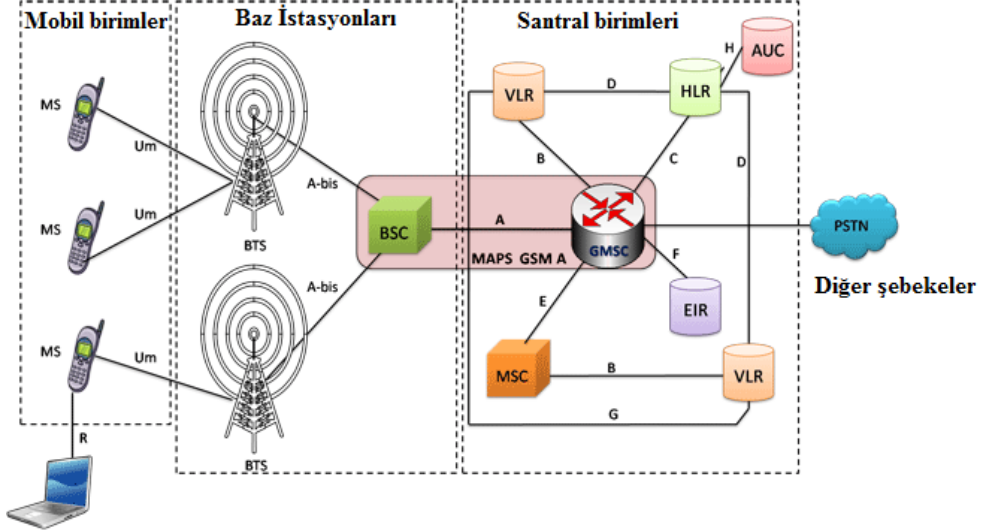
GSM (Global System For Mobile Communications) sözcüğü, Türkçe anlamı “Küresel Mobil İletişim Sistemi” anlamına gelen tanımlamasının baş harflerinden oluşmuştur. İlk yıllarda Avrupa’ya özgü başlayan GSM, daha sonraları sistemin küresel bir çapa ulaşmasıyla yeniden adlandırılarak anılmaya başlandı. En yaygın olan cep telefonu standardı olarak 212 ülkede 2 milyardan fazla insan tarafından kullanılmaktadır. En kullanışlı özelliklerinden birisi kullanıcıların aynı hat ile değişik ülkelerden görüşme (roaming-dolaşım) yapabilmeleridir. Tüm GSM standartları, hücrel ağ kullanır ve dolaşım sırasında bile hücreler arası geçiş yapma kabiliyetine sahiptir. Dolayısıyla teoride, eğer kapsama alanından çıkmazsanız cep telefonu ile tüm dünyayı telefon konuşmasını kesmeden dolaşmak mümkündür.



Resim 1.8: GSM telefonlar

➤ GSM sisteminin çalışması ve yapısı

Ülkemizde kullanılmakta olan GSM şebekesi, Şekil 1.8’de görüldüğü üzere mobil istasyonlar, baz istasyonu alt sistemi ve şebeke anahtarlama alt sistemi olmak üzere yapısal olarak üç ana bileşene ayrılabilir. GSM şebekesi içerisindeki her bir birimin işlevi alt birimleri ile açıklanmaktadır.



Şekil 1.8: GSM bileşenleri

Mobil istasyon, abonenin haberleşme için kullanması gereken telefon cihazı, faks cihazı, modem vb. terminal cihazlardır. MS, aboneyi ve aldığı hizmetleri yerel konum yazmacına (Home Location Register, HLR) bildirmek üzere Abone Kimlik Modülü (Subscriber Identity Module, SIM) kartını içerir.

Baz istasyonları, abonenin şebekeye erişimini sağlayan MS ile santral arasındaki kablosuz bağlantıyı sağlayan erişim şebekesini oluşturur. Erişim şebekesi olan BSS, bir Baz İstasyonu Denetleyicisi (Base Station Controller, BSC) ve birden fazla Baz Alıcı-Verici İstasyonu'ndan (Base Transceiver Station, BTS) oluşur. Bu nedenle bir BSS birden fazla hücreye hizmet verebilir. BSS; kanal tahsisi, bağlantı kalitesi, güç yönetimi, işaretleşme ve çağrı trafiği denetimi, BTS'ler arası geçişlerin başlatılması ve frekans atlamasından sorumludur.

Santral birimleri (Anahtarlama sistemi- Switching System, SS), çağrı işleme ve abone ile ilgili işlevlerden sorumludur. Anahtarlama sistemi aşağıdaki işlevsel birimleri içerir:

Merkez Konum Kaydı (Home Location Register, HLR)-HLR, abone bilgilerinin depolandığı ve yönetildiği bir veritabanıdır. HLR, abonelerin hizmet profillerinin, konum bilgisinin ve etkinlik durumunun dâhil olduğu, aboneler hakkında sabit verilerin saklandığı önemli bir veritabanıdır. Bireysel bir kullanıcı bir GSM operatöründen bir abonelik satın aldığı anda operatörün HLR veritabanına kaydı yapılır.

Mobil Hizmetler Anahtarlama Merkezi (*Mobile Services Switching Center, MSC*)-MSC sistemin telefon anahtarlama işlevlerini yerine getirir. MSC, diğer telefon ve veri sistemlerinden veya diğer telefon ve veri sistemlerine olan çağrılarını denetler. Ayrıca kontör sayımı, ağ arayüzü bağlantısı ve işaretleşme bilgisinin aktarımı gibi diğer santrallere has işlemler de gerçekleştirilir.

Ziyaretçi Konum Kaydı (*Visitor Location Register, VLR*)-VLR, MSC'nin ziyaretçi abonelere hizmet verebilmesi için söz konusu aboneler hakkında geçici bilgileri içeren bir veritabanıdır. VLR her zaman MSC ile bütünleştirilir. Bir mobil istasyon (*Mobile Station, MS*) yeni bir MSC alanına girdiğinde MSC'ye bağlı VLR söz konusu mobil istasyon hakkında HLR'dan bilgi talep eder. Daha sonra eğer mobil istasyon bir çağrı gerçekleştirirse VLR her seferinde HLR'a başvurmaksızın çağrı kurulumu için gerekli bilgiye sahip olacaktır.

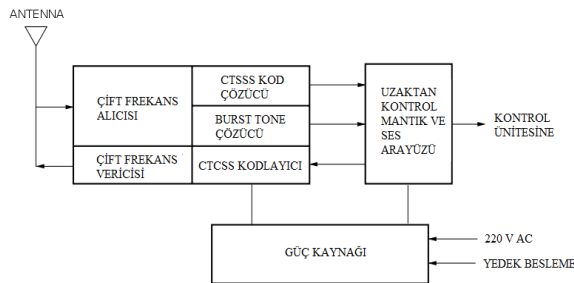
Doğrulama Merkezi (*Authentication Center, AUC*)-AUC olarak adlandırılan birim kullanıcının kimliğinin doğrulanması ve her çağrının gizliliğinin sağlanması amacıyla doğrulama ve kriptolama parametrelerini sağlar. AUC, GSM ağlarının değişik türde saldırılardan korunmasını sağlar.

Cihaz Kimlik Kaydı (*Equipment Identity Register, EIR*)-EIR, çalıntı, yetkisiz veya arızalı mobil istasyonlardan çağrı yapılmasını engelleyen, ağdaki mobil cihazlar hakkında bilgi içeren bir veritabanıdır. AUC ve EIR müstakil uçlar olarak uyarlanabileceği gibi bütünleştirilmiş bir AUC / EIR ucu olarak uyarlama gerçekleştirilmiş olabilir.

1.3. Baz İstasyonu Antenleri ve Montaj Elemanları

Telsiz sistemler, cep telefonları ve diğer kablosuz cihazlar için hizmet sağlamak üzere telsiz baz istasyonlarına ait şebekeyi kullanır. Baz istasyonları, cep telefonlarından düşük güçlü radyo sinyalleri alır, gönderir ve ana telefon şebekesine bağlantı sağlar. Baz kelimesi İngilizce base (temel taban esas) kelimesinin Türkçeye geçmiş şeklidir. Baz istasyonu cep telefonu haberleşme için elektro manyetik sinyalleri yayınlayan veya alan bir anten ile bir radyo verici alıcısıdır, baz istasyonları telefonla iletişimi sağlar.

Baz istasyonu, iki yönlü bir mobil ağ sisteminde yayın yapan birimdir. Radyo sistemindeki bir antenden farklı olarak baz istasyonu hem sinyal alır, hem de sinyal gönderir (Yani iki antenden oluşur.).



Şekil 1.9: Baz istasyonu blok diyagramı

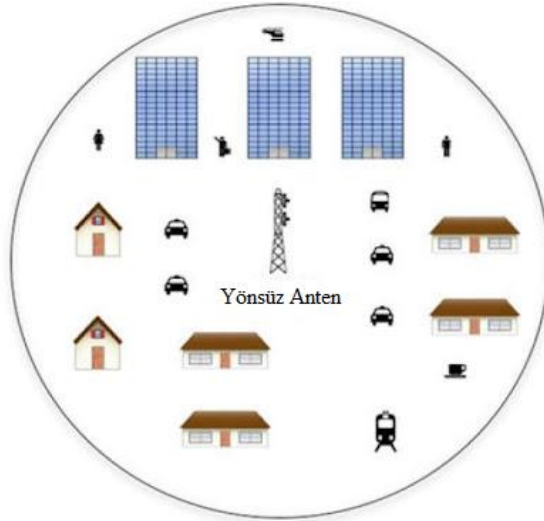
Günümüzde baz istasyonları değişik yönler e doğru değişik güçlerde yayın yapma kabiliyetine sahip olan tevcihli antenler(yönlü anten- directional antenna) kullanır. İnsanların dikkatini çekmemek için baz istasyonları değişik boy ve şekillerde olabilir.



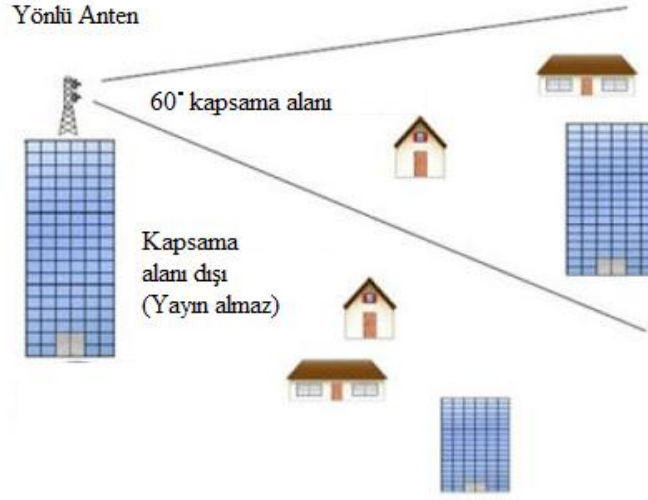
Resim 1.9: Çeşitli baz istasyonları

Yönlendirilme şekillerine göre antenler 3'e ayrılır:

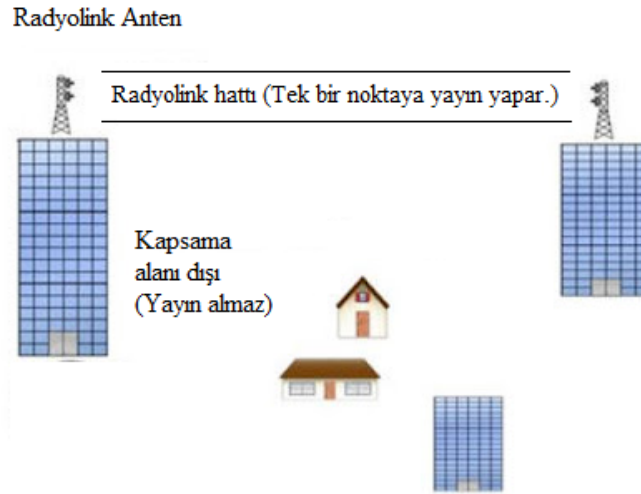
- Yönsüz antenler,
- Yönlü antenler,
- Radyolink antenleri.



Şekil 1.10: Yönsüz antenli baz istasyonları



Şekil 1.11: Yönlü antenli baz istasyonları

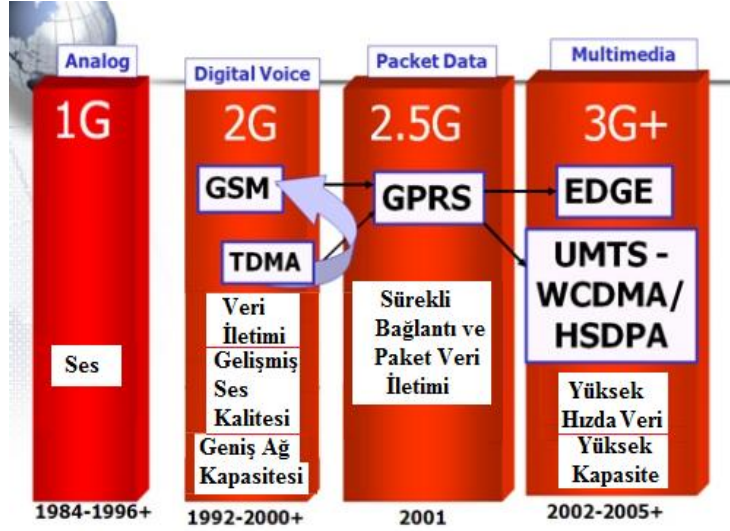


Şekil 1.12: Radyolink antenli baz istasyonları

Baz istasyonları montajında antenlerin yanı sıra Kule, Bts, Bsc, Repeater, Indoor Kapsama, Akü Grubu / Ups, Rf, Transmisyon, Klima vb. üniteler bulunmaktadır.

1.4. GPRS ve Yeni Nesil Görüntülü Telefon Sistemleri

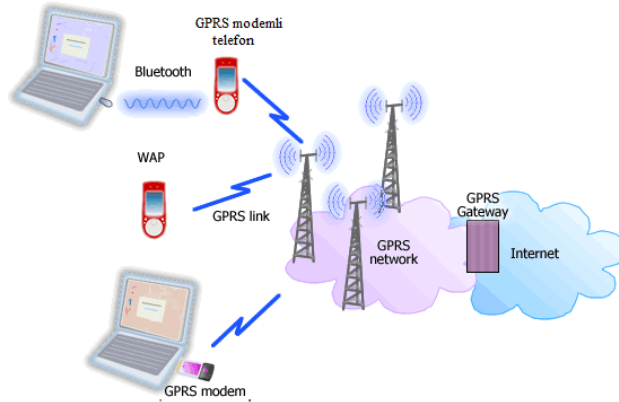
İnternet ve diğer veri haberleşmesi hizmetlerinin giderek yaygınlaşması ve gün geçtikçe daha fazla kullanım alanına sahip olması ile GSM in bu veri hizmetlerini desteklemekte yetersiz kaldığı görülmüştür. Bu nedenle ETSİ 1997 yılında GSM Faz 2+ standardını yayınlamıştır. 2.5'inci nesil olarak ta adlandırılan ve 2. nesil sistemler ile 3. nesil sistemler arasında geçiş görevi gören bu sistem Genel Paket Radyo Hizmeti (General Packet Radio Service) GPRS olarak bilinmektedir.



Şekil 1.13: GSM’de veri iletimi evreleri

GPRS paket esaslı bir teknik ile yüksek veya düşük hızlı veri ile işaretleşmenin GSM ağları üzerinden verimli bir şekilde taşınması için bir yol sunar. GPRS ağ ve radyo frekansı kaynaklarının kullanımını iyileştirir. Radyo ve ağ alt sistemleri birbirinden ayrı tutulur ve böylelikle ağ alt sisteminin diğer radyo erişim teknolojileri tarafından kullanımına olanak tanınır. GPRS hali hazırdaki MSC merkezlerinde bir değişiklik gerektirmez.

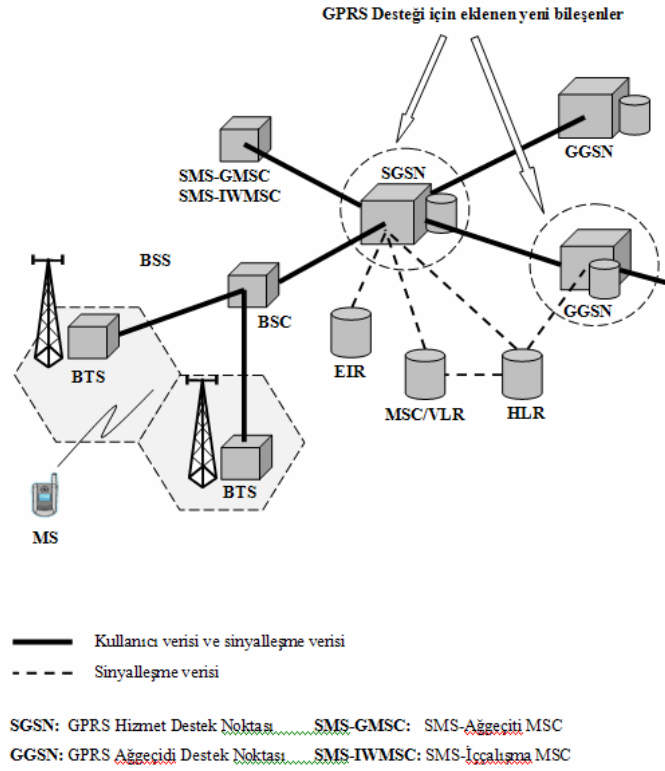
GPRS teknolojisi, kullanıcıya yüksek hızlı bir erişimin yanı sıra bağlantı süresine göre değil gerçekleştirilen veri alışveriş miktarına göre ücretlendirilen ucuz iletişim olanağı da sağlar. Bu sistemde aboneler, *internete* bağlı kaldığı süreye göre değil yalnızca alıp gönderdikleri veri miktarı kadar ödeme yapar Bu yönüyle GPRS, “always connected / always online halinde” (sürekli bağlantıda, sürekli gerçek zamanda) olma imkânının gerçekleşmesi yolunda atılmış çok önemli bir adımdır.



Şekil 1.14: GPRS ve internet paylaşımı

GPRS platformu sayesinde telefonunuzun özelliklerine göre telefonunuzdan direkt ya da dizüstü bilgisayarınıza bağlayarak kullanıcıların *internete* ve işyerlerindeki kurumsal bilgisayar ağlarına (intranet) bağlanmaları da mümkün olmaktadır. Dizüstü bilgisayarları ile *internete* kablosuz erişim sağlamak isteyen kullanıcılar, cep telefonlarını *internete* bağlanmak için gerekli modem olarak kullanarak servis sağlayıcı ile GPRS ile kesintisiz *internet* erişimi sağlar.

GPRS’i mevcut GSM şebekesine entegre edebilmek için GSN (GPRS Support Nodes) olarak tanımlanan yeni şebeke bileşenlerinin GSM alt yapısına eklenmesi gerekmektedir. Şekil 5.1’de GPRS sistem mimarisi görülmektedir.



Şekil 1.15: GPRS şebeke mimarisi

GPRS, GSM altyapısı için iki yeni ağ ucunu sunmaktadır: İlki, MSC ile aynı sıradüzen seviyesinde olan, bireysel MS’lerin kaydını tutan, güvenlik işlevlerini ve erişim denetimini sağlayan Serving GPRS Support Node (SGSN)’dir. SGSN baz istasyonu sistemine Frame Relay ile bağlanır. İkincisi ise IP tabanlı GPRS omurga ağ aracılığı ile SGSN’ler ile irtibatlandırılan ve harici paket anahtarlama ağları ile veri alışverişini sağlayan Gateway GSN (GGSN)’dur. HLR, GPRS abone bilgisi ile geliştirilmiş ve SMS-MSC’ler SGSN aracılığı ile SMS iletimini desteklemek için güncellenmiştir. Seçime bağlı olarak MSC / VLR GPRS ve GPRS tabanlı olmayan hizmetlerin daha verimli koordinasyonu için geliştirilebilir. Örneğin devre anahtarlama çağrılar SGSN ile daha verimli bir şekilde anons edilebilir ve GPRS ve GPRS olmayan konum güncellemeleri daha verimli bir şekilde birleştirilebilir.

GPRS teknolojisi, kullanıcıya yüksek hızlı bir erişimin yanı sıra bağlantı süresine göre değil gerçekleştirilen veri alışveriş miktarına göre ücretlendirilen iletişim olanağı da sağlar. Bu yönüyle GPRS, "sürekli bağlantı hâlinde" olma imkânı da sağlamaktadır. İstenirse her gün 24 saat bağlantı hâlinde kalınabilir ve karşılığında sadece bu süre içinde gerçekleşen veri miktarı üzerinden fatura ödenir. Maliyetler açısından da bakılacak olursa GPRS'in bir paket teknolojisi olması hem operatörler hem de kullanıcılar için çok daha verimlidir.

1.4.1. 3. Nesil (3G) Telefon Sistemleri

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği-2000 (International Mobile Telecommunications -2000) (IMT-2000), ya da daha bilinen adıyla **3G** (orijinal açılımı *3rd Generation*), *3N* ya da **3. Nesil**, Uluslararası Telekomünikasyon Birliği tarafından tanımlanan; GSM, EDGE, UMTS, CDMA2000, DECT ve WiMAX teknolojilerini kapsayan bir standartlar ailesidir. Verilen hizmetler arasında mobil kullanıcılar için geniş-alanda kablosuz telefon görüşmeleri, görüntülü aramalar ve kablosuz veri aktarımı vardır.



Resim 1.10: 3G cihazlar

Üçüncü nesile geçiş nedenleri kısaca şu şekilde özetlenebilir:

- İnternetin geldiği nokta ve IP'nin başarısı,
- Paket anahtarlama teknolojilerindeki gelişme,
- Gezgini haberleşmeye olan ilginin beklenenden çok üzerinde olması,
- Elektronik ve gezgini e-ticaret kavramlarının ortaya çıkması,
- Mevcut gezgini şebeke üzerinden veri iletim miktarının artması ve bu artışa destekleyen WAP ve GPRS gibi teknolojilerin gelişmesidir.

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği üçüncü nesil (3G) mobil telefon standartlarını gelişimin hızlanması, bant genişliğinin artması ve daha geniş uygulamaların desteklenmesi için tanımladı. Örneğin, GSM (şu anki en yaygın cep telefonu standardı) sadece ses değil, aynı zamanda 14.4 kbps hızlarında devre anahtarlama veri aktarımını destekler ancak çoklu ortam uygulamalarının desteklenmesi için 3G'de paket anahtarlama verilerinin daha iyi spektral verimlilikte ve daha yüksek hızlarda aktarılması gerekmektedir. Paket anahtarlama sayesinde 3G sisteminde cihazlar bant genişliğini sadece veri alışveriş sırasında işgal eder. Özet olarak, 3G'nin 2G'ye göre getirmiş olduğu en büyük yenilik, iletimin ses yerine veri odaklı olmasıdır.

3G'nin önceki nesillere göre avantajları;

- Veri transferi daha hızlıdır (7 kat daha hızlıdır.),
- 3G sayesinde görüntülü konuşma,
- İsteddiğiniz her yerden internete bağlanabilme,
- 3G sayesinde internet'te daha hızlı gezinme, hızlı dosya paylaşımı (saniyede 300–700 Kb arası),
- Mobil televizyon yayını imkânı sunmaktadır.

3G'nin dezavantajı olarak kullanılan cihazların batarya süreleri söylenebilir.

1.4.2. 4. Nesil (4G) Telefon Sistemleri

4G, dördüncü nesil kablosuz telefon teknolojisidir. Diğer kablosuz telefon standartları gibi hücrel bir ağ sistemi kullanması ve üçüncü nesilde ortaya çıkan kapsama alanı sorunu başta olmak üzere bazı sorunları çözmesi beklenmektedir. Bağlantı hızı cep telefonlarında 100 Mbps, Wi-Fi networklerde 1Gbps'tir. Aynı zamanda bant genişliği, WiMaX bant genişliği ile aynı boydadır.

'4G', iletişimler sisteminde, 'dördüncü nesil' terimine ait bir ilintilendirilmez. Bir 4G sistemi, daha önceki nesillerden daha yüksek veri hızları temeline dayanan "herhangi bir zamanda, herhangi bir yerde", ses, veriler ve akan çoklu kitle iletişimin kullanıcılara hizmet verebileceği, uçtan uca IP çözümü sağlayacaktır. 4G'nin ne olduğuna dair resmi bir tanımlama yapılmış olmasa da, 4G'ye ait tahmini hedefler, aşağıda yer aldığı şekilde özetlenebilir.

4G tamamıyla IP tabanlı, kablolu veya kablosuz bilgisayar, tüketici elektroniği, iletişim teknolojileri ve iç ve dış ortamlarda sırası ile servis kalitesi ve yüksek güvenliğiyle herhangi bir zamanda herhangi bir yerde her türlü ağ hizmetini tek bir noktada birleştirerek makul fiyat ve tek faturalandırmayla gerçekleştirecektir. 100 Mbit/s ve 1 Gbit/s veri iletim kapasitesini sağlayabilen sistemlerin sistemi ve ağların ağı olmayı hedefleyen bir hizmettir.

4G'ye bağlı LTE teknolojisini ilk Japonya'da NTT DoCoMo firması 2004 yılında duyurmuştur.

17 Ağustos 2009'da ilk 4G testi dünyanın önde gelen telekomünikasyon şirketlerinden Verizon tarafından yapılmıştır. ABD'nin Boston ve Seattle kentleri arasındaki test başarıyla tamamlanmıştır.

Test sırasında video, dosya indirme ve yükleme, internette gezinti, ses transferi, Voice over Internet Protocol (VoIP) ile LTE 4G üzerinden denenmiştir. Hizmetin tüm ABD'yi yayılması ise 2013 yılını bulacaktır.

4G, hizmet kalitesi (HK) ve kablosuz geniş bant erişimi, çok ortamlı mesajlaşma hizmeti, video sohbet, taşınabilir TV, yüksek çözünürlüklü TV kapsamı, DVB, gibi gelecek olan uygulamaların hız gerekliliklerini oturtmak, ses ve veriler gibi minimal hizmet ve "herhangi bir zamanda-herhangi bir yerde" gerçekleşen diğer hizmetler için geliştirilmiştir. 4G çalışma grubu, aşağıda yer alan konuları, 4G kablosuz iletişim standardının hedefleri olarak tanımlamış bulunmaktadır.

➤ 4G hizmeti ile hedeflenen amaçlar

- Işıksal iletim hızı ve verimliliğinde bir sistem (bit/s/Hz ve bit/s/Hz/site),
- Yüksek şebeke kapasitesi, her hücrede daha fazla eşzamanlı kullanıcı,
- Alıcı, istasyona göre, fiziksel olarak, yüksek hızlarda hareket ediyor olduğundan, 100 Mbit/s hızındaki nominal veriler ve alıcı ile istasyon 1 Gbit/s hızda, ITU-R tarafından oldukça sabit pozisyonlarda yer almaktadır,
- Dünyadaki herhangi iki nokta arasındaki, en azından 100 Mbit/s veri hızı,
- Türdeş olmayan ağlar arasında düzgün yayılım,
- Kusursuz bağlantı ve birden fazla ağ arasında küresel dolaşım,
- Gelecek nesil çoklu ortam destekleyicilerinde yüksek hizmet kalitesi (gerçek zamanlı ses, yüksek hızda bilgi, yüksek çözünürlüklü TV-video içeriği, taşınabilir TV, vs.)
- Mevcut kablosuz standartlarla birlikte işlerlik,
- Paket anahtarlama ağıdır.

Özetle, 4G sistemi; tüm 4G kullanıcılarının minimum gereksinimlerini karşılamak için ağ kaynaklarını etkili bir biçimde kullanıp paylaşırması gerekir.

Nesil	Teknoloji	Uygulama Hızı		Teorik Hızı		Uygulama tarihi
		Download	Upload	Download	Upload	
2,5 G	GPRS	32-48 Kbps	15 Kbps	114 Kbps	20 Kbps	2001
2,75 G	EDGE	175 Kbps	30 Kbps	384 Kbps	60 Kbps	2002
3 G	UMTS	226 Kbps	30 Kbps	384 Kbps	64 Kbps	2004
	W-CDMA	800 Kbps	60 Kbps	2 Mbps	153 Kbps	2007
	HSPA 3,6	650 Kbps	260 Kbps	3,6 Mbps	348 Kbps	2006
	HSPA 7,2	1,4 Mbps	700 Kbps	7,2 Mbps	2 Mbps	2007
3,5 G	HSPA 14	2 Mbps	700 Kbps	14 Mbps	5,7 Mbps	2008
	HSPA+	--	--	56 Mbps	22 Mbps	2009
4 G	LTE	5-12 Mbps	2-5 Mbps	100 Mbps	50 Mbps	2009
	LTE Advanced	--	--	100 Mbps (Mobil)/ 1 Gbps (Sabit)		2013 sonrası

Tablo 1.5: Mobil Veri iletişim metotlarının karşılaştırılması

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulama faaliyetini yaparak modem bağlantısını kurabileceksiniz.



Uygulama 1.1: ADSL modem kurulum uygulaması

Malzeme Listesi

- ADSL modem, Kişisel bilgisayar, ADSL Splitter, ADSL Hattı

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Adsl modeminizi yukarıdaki gibi monte ediniz. ➤ Bilgisayar web browser üzerinden modem arayüzüne giriniz. ➤ Arayüz ekranında kullanıcı adı şifreyi giriniz. ➤ Bağlantı protokolü olarak PPPoE LLC seçiniz. ➤ Modeminizin konfigürasyonunu VPI parametresi 8, VCI parametresi de 35 şekilde ayarlayınız. ➤ Son olarak size bildirilen kullanıcı adınızı ve şifrenizi girerek modemi ayarlamalarını bitiriniz. ➤ İnternet bağlantısını test ediniz.	➤ İş güvenliği tedbirlerini alınız. ➤ Kurulum kılavuzunu okuyunuz. ➤ Modem arayüzü adresini öğreniniz (192.168.1.1 , 10.0.0.1 vb.). ➤ Modem arayüzü şifresini öğreniniz. ➤ İşlem sırası modem markasına göre değişiklik gösterebilir. Kullanım kılavuzundaki talimatlarla karşılaştırınız. ➤ Bağlantı şifresi (servis sağlayıcı tarafından verilen şifre) ve arayüz şifresine dikkat ediniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulama faaliyetini yaparak modem bağlantısını kurabileceksiniz.



Uygulama 1.2: 3G modem kurulum uygulaması

Malzeme Listesi

- 3G modem, Kişisel bilgisayar, 3G Data hattı

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ 3G mobil modeminizin kapağını çıkarınız. ➤ 3G mobil modeminize data hattınızı (SIM / USIM kartınızı) takın. ➤ 3G mobil modeminizi bilgisayarınızın modem portuna (USB Port) takınız. ➤ 3G mobil modeminizi bilgisayarınızın modem portuna taktıktan sonra sistem yeni donanımınızı otomatik olarak algılayacak ve yazılımın yüklenmesi için sizden onay isteyecektir. ➤ Onay işleminizden sonra yükleme gerçekleşecek, masaüstünüzde Bağlantı ikonu belirecektir. ➤ Bağlantı ikonunu tıkladığınızda 3G Mobil Modem açılış sayfasında "İnternete bağlan" seçeneğini tıklayarak internete bağlanacaksınız.	➤ İş güvenliği tedbirlerini alınız. ➤ Kurulum kılavuzunu okuyunuz. ➤ Modem ve İşletim sistemi uyumuna dikkat ediniz. ➤ Modem sürücülerine dikkat ediniz. ➤ İşlem sırası modem markasına göre değişiklik gösterebilir. Kullanım kılavuzundaki talimatlarla karşılaştırınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Veri iletişim tekniğine göre modem seçimini yapabiliyor musunuz?		
2. Modemin bilgisayar ile bağlantısını yapabiliyor musunuz?		
3. Modemin kurulumunu gerçekleştirebiliyor musunuz?		
4. Veri iletişim tekniğine göre iletişimi gerçekleştirebiliyor musunuz?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi analog bir bağlantı şeklidir?
A) ADSL
B) ISDN
C) Uydu Net
D) Dial up (Çevirmeli Ağ)
2. Aşağıdakilerden hangisi ISDN'in verdiği hizmetlerdendir?
A) Faks
B) Görüntülü Telefon
C) Hepsi
D) İnternet
3. Hangisi ADSL bağlantı için şart değildir?
A) Ağ kablosu
B) ADSL hat
C) Modem
D) Splitter
4. ADSL splitterin işlevi nedir?
A) Analog sinyali dijital sinyale çevirmek
B) Dijital sinyali analog sinyale çevirmek
C) Kablosuz bağlantı sağlamak
D) Veri sinyali ile ses sinyalini ayırmak
5. Veri iletişimde ülkemizde en yaygın olan teknoloji hangisidir?
A) ISDN
B) ADSL
C) VDSL
D) Uydunet
6. Mobil iletişimde dijital veri akışı hangi nesille başlamıştır?
A) 3G
B) 4G
C) 1G
D) 2G
7. Ülkemizde kullanılan Mobil iletişim tekniği hangisidir?
A) AMPS
B) CDMA
C) GSM
D) Iridium

8. Hücresel telefon sisteminde frekans kullanımı için kaç tane frekans aralığı vardır?
A) 7
B) 8
C) 9
D) 10
9. Hangisi yüksek hızda veri iletimi sağlayarak internet TV gibi hizmetleri sağlar?
A) ISDN
B) VDSL
C) ADSL
D) HDSL
10. GSM sisteminde aboneye ait sabit bilgilerin saklandığı bölüm hangisidir?
A) HLR
B) VLR
C) AUC
D) BSC
11. GSM’de mobil cihazların durumunu (çalıntı, kayıt) inceleyen, cihaz hakkında bilgi saklayan birim hangisidir?
A) HLR
B) AUC
C) EIR
D) VLR
12. Cep telefonundan internet bağlantısını Pc ve diğer sistemlerle paylaşmak için hangisi zorunludur?
A) Kızılötesi
B) Bluetooth
C) Usb
D) Dâhili modem
13. Mobil sistemlerde 3G’nin getirdiği yeniliklerden değildir?
A) Yüksek veri hızı
B) Pil süresinin artması
C) Görüntülü konuşma
D) Mobil TV hizmeti

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-2

AMAÇ

Haberleşme sistemlerinde fiber optik sistemleri öğrenip bu teknikler arasında ihtiyacınıza uygun tercih yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Piyasada duyduğumuz Kablo net ve Kablo Tv'yi araştırınız.

2. FİBEROPTİK HABERLEŞMESİ

Fiber optik ya da optik fiber, kendi boyunca içinden ışığın yönlendirebildiği plastik veya cam fiberlerden oluşmuş bir optik fiberdir. Optik fiberler diğer iletişim malzemelerine oranla uzun mesafelerdeki veri iletişiminin daha hızlı ve yüksek değerlerde yapılabilmesine olanak verdikleri için fiber optik haberleşme sistemlerinde çok sıklıkla kullanılmaktadır. Metal kablolar yerine fiber kabloların kullanılmasının nedeni, daha az kayba neden olmaları ve elektromanyetik etkileşimden etkilenmemeleridir. Optik fiberler aynı zamanda birçok sensor (alıcı) ve benzeri uygulamaların yapımında oldukça sık olarak kullanılmaktadır.

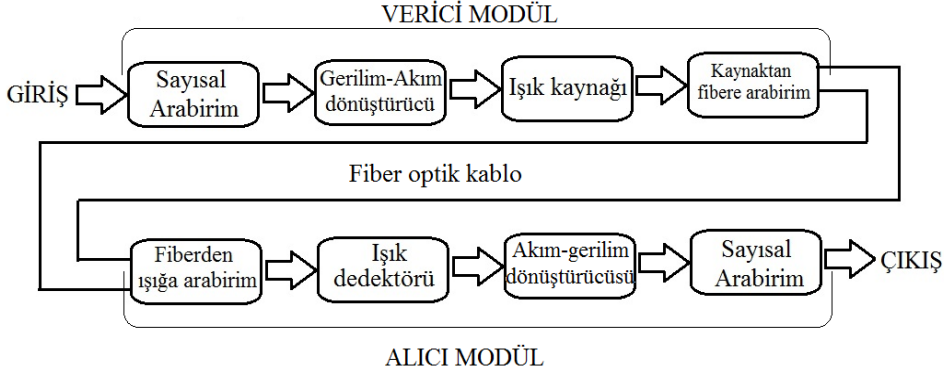


Resim 2.1: Fiber optik kablo

Elektronik sistemlerde bakır kabloların bant genişlikleri artık yetersiz duruma gelmiştir. Yeryüzü mikrodalga sistemleri çoktan maksimum kapasitelerine ulaşmış bulunmaktadır. Uydu sistemleri de her geçen gün artan talebe ancak geçici bir rahatlama getirebilmektedir. 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 optik haberleşme sistemleri ile olacaktır.

2.1. Fiberoptik Haberleşme Sisteminin Temel Elemanları ve Işık Kanunları

Fiber optik iletişim hattının basitleştirilmiş blok diyagramını göstermektedir. Hattın üç asal ögesi verici, alıcı ve fiber optik kablodur. Işğın fiber optik kablo içerisinde ilerlemesi fizik dersinde gösterilen ışık kanunlarına göre olmaktadır.



Şekil 2.1: Fiber optik iletişim hattı

2.1.1. Temel Kavramlar

Fiziğın optik olarak adlandırılan kısmı ışğın davranışını inceler. Işğın uzayda izlediğı yolu inceleyen optiğे **geometrik optik** diyoruz. Geometrik optiğın içinde de kırınım, girişim ve yansıma-kırılma olayları bulunmaktadır. Önce basit olan olaydan başlarsak yansıma ve kırılma günlük hayatta çıplak gözle görülebilen olaylardır. Örneğın, yarısı su ile doldurulmuş bir bardağın içine bir çubuk koyarsak çubuğı bir doğru şeklinde göremeyiz. Tüm bu fizik kuralları ışğın fiber optik kablo içerisinde ilerlemesini belirlemektedir.



Resim 2.2: Işğın suda kırılması

2.1.1.1. Işık Dalgası

Işık elektromagnetik bir dalgadır. Boşlukta ve saydam ortamlarda ilerler. Ortam içindeki hızı, ortamın optik yoğunluğu ile ters orantılıdır. Işığın yapı taşı foton denilen çok ufacık taneciklerdir. Işık için tanecik teorisi ve dalga teorisi düşünülmüş olup en son bu iki teori birleştirilerek ışığın dalga hâlinde yayılan tanecikler olduğu savunulmuştur.



Resim 2.3: Işık

➤ Işığın özellikleri

- Işık elektromagnetik bir dalgadır.
- Işık doğrusal yolla yayılır.
- Işığın havadaki hızı 3×10^8 m/s'dir.
- Işık en hızlı havada, sonra sıvıda en yavaş saydam olmayan katıda yayılır.
- Işık elektrik ve magnetik alandan etkilenmez.
- Işık ışınları birbiri içinden geçebilir.
- Işığın soğuran cisimler ısınır.
- Yansıma, kırılma, aydınlanma ve basınç oluşturabilir.

2.1.1.2. Işık Dalga Sistemleri (Fiber optik) Teknolojisi

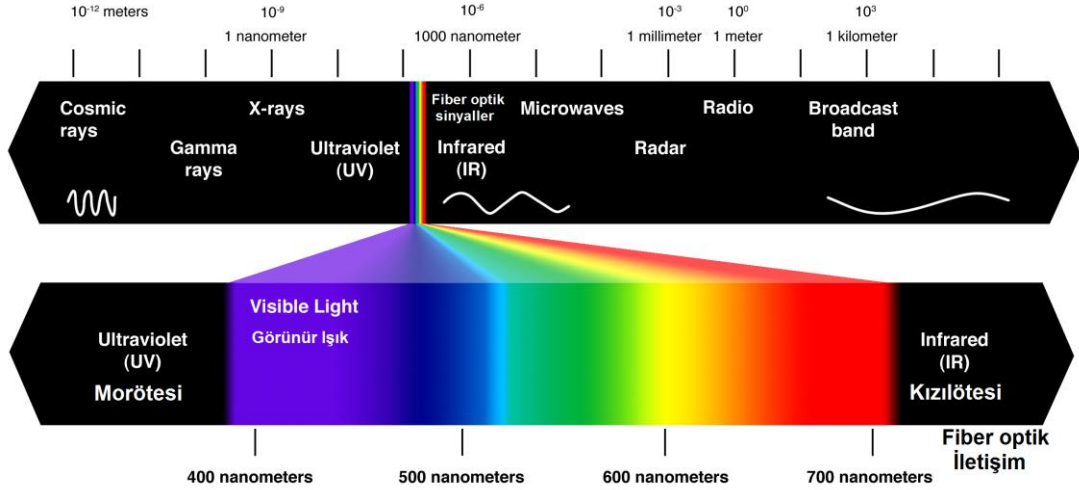
Fiber, ışık kaynağından gelen sinyallerin (ışık) hedefteki kaynağa iletilmesidir. Bu ışık sinyaliyle modüle edilmiş bilgiler cam yüzey üzerinde taşınır. Fiberi kaplayan kablolar ise ışığı taşıyan camın kırılmasına ve sinyal kaybına karşı bir koruma görevi üstlenir. Fiberler ortalama insan saç boyutlarındadır. Kırılma ve sinyal kayıplarına karşı çok iyi korunmuş ve yapılandırılmıştır.



Resim 2.4: Fiber optik kablo örnekleri

2.1.1.3. Optik Spektrumda Fiber Optik Haberleşmenin Yeri

Işık; radyo sinyalleri, x-ışınları gibi sinyallerinde olduğu elektromanyetik spektrumda yer almaktadır. Işık elektromanyetik ışınlar arasında gözle görünür olan tek ışıma şeklidir.



Şekil 2.2: Optik spektrumda fiber optik haberleşmenin yeri

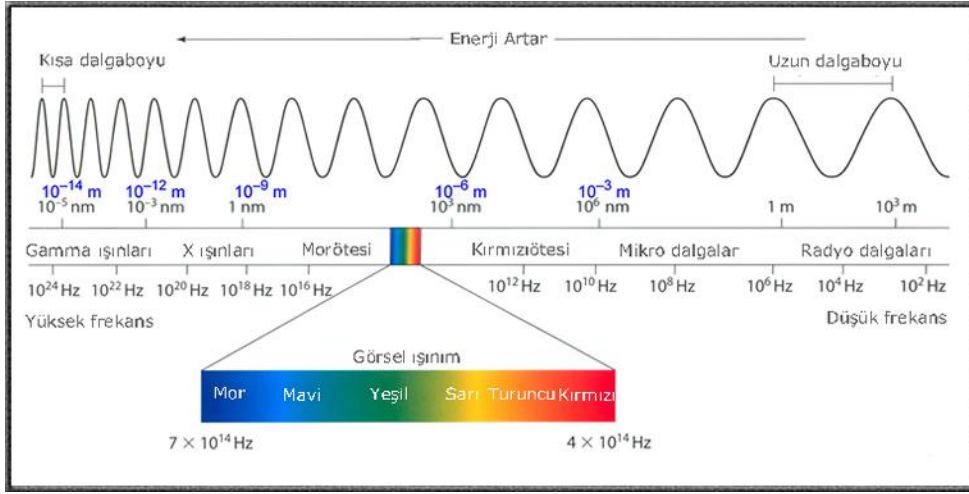
Görünür ışık dalga boyu aralığı (700 nanometre – 400 nanometre) dalga boyları arasındadır. Optik spektrumda F/O haberleşme aralığı (1600 nanometre-600 nanometre) dalga boyları arasındadır. En fazla kullanılan F/O dalga boyu 1300 nanometredir. Özet olarak fiber optik haberleşmede kızılötesi ışınların kullanıldığı söylenebilir.

2.1.1.4. Işığın dalga boyu

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

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

Elektromanyetik dalga spektrumu çok geniş olduğu hâlde, insan gözü bu spektrumun 380-740 nm arasındaki küçük bir bölümüne duyarlıdır. Bu dalga boylarına sahip dalgalar ışık dalgaları, spektrumun bu bölgesi de optik bölgedir. Örneğin infared (kızılötesi) ışınlar insan gözünün algılayabileceği sınırın altındadır.



Şekil 2.3: Işık ve dalga boyu

2.1.1.5. Işık Kanunları

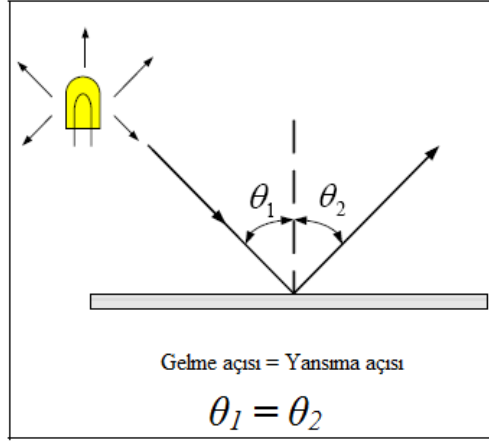
Işık iletim ortamında ilerken belirli kurallara göre hareket eder. Bu kurallar ışığın davranışına göre kablo özelliklerini ve hat özelliklerini belirlememizi sağlar. Işığın kanunları;

- 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.
- 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.
- **Işığın yayılması**

Işık bir enerji türü olup hem boşlukta hem de hava, su, cam gibi maddesel ortamlarda dalgalar hâlinde yayılmaktadır. Örneğin ışık havada yaklaşık 300000 km/s, su içinde 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.

➤ Işığın yansıması

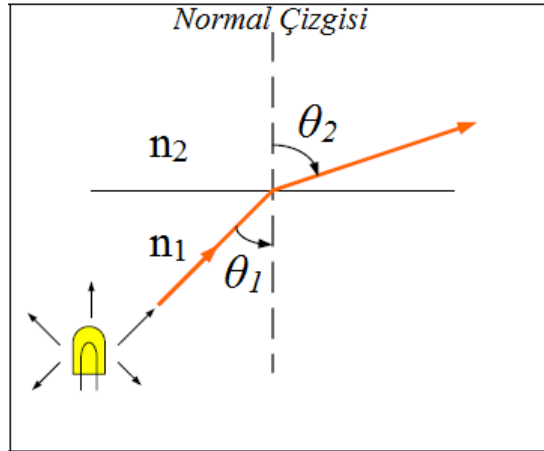
Işığın bir yüzeye çarpıp geri dönmesine yansıma denir. Yansıtıcı parlak bir yüzeyde ışığın gelme açısı, yansıma açısına eşittir.



Şekil 2.4: Yansıma açısı

➤ Işığın kırılması

Işığın saydam bir ortamdan başka saydam bir ortama geçerken doğrultusunu değiştirmesidir. Ortamların yoğunluk farkından dolayı hızı değişeceğinden doğrultusu değişir.



Şekil 2.5: Kırılma açısı

- Kırılma indisi büyük olan ortama çok yoğun, küçük olana az yoğun ortam denir.
- Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçen ışık ışınları normale yaklaşarak kırılır.
- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçen ışık ışınları normalden uzaklaşarak kırılır.

- Normal doğrultusunda gelen ışınlar kırılmaya uğramaz.
- Işık ışınları az yoğun ortamdan çok yoğun ortama her zaman geçer. Ama ışık çok yoğun ortamdan az yoğun ortama doğru gelirse her zaman kırılmayabilir.
- Işık paralel yüzeyli saydam ortamları geçerken paralel kaymaya uğrar. Geliş ve çıkış ortamları aynı kalmak koşulu ile bu sonuç aradaki diğer ortamların cins ve sayısına bağlı değildir.

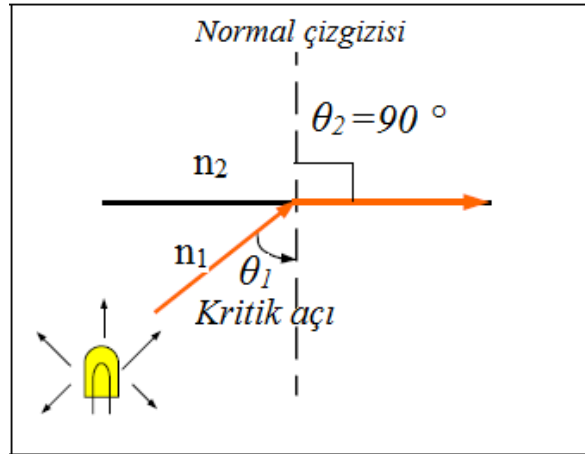
Bir ışık ışınının, farklı kırılma indislerine sahip iki geçirgen ortamın sınırına geldiğinde nasıl hareket ettiği Snell yasası ile açıklanabilir.

$$\text{Snell kanunu} \quad n_1 \times \sin \theta_1 = n_2 \times \sin \theta_2$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$$

➤ Kritik açı

Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama giden ışığın kırıldıktan sonraki yansıma açısının 90° olduğu gelme açısına kritik açı denir.



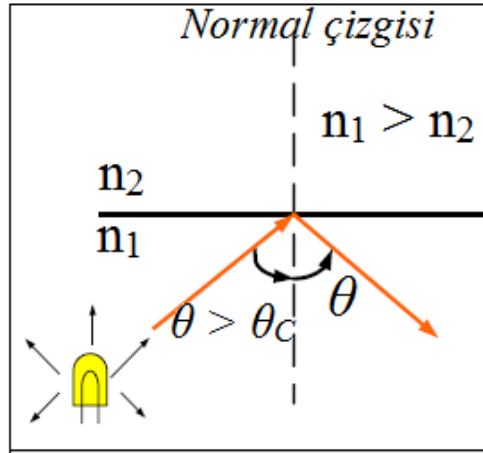
Şekil 2.6: Kritik açı

Kritik açı snell yasası ile hesaplanması aşağıdaki gibidir.

$$\text{Kritik açı} \quad n_1 \times \sin \theta_1 = n_2$$

➤ **Tam yansıma**

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 yansıma gerçekleşir.



Şekil 2.7: Kritik açı

➤ **Kırılma indisi**

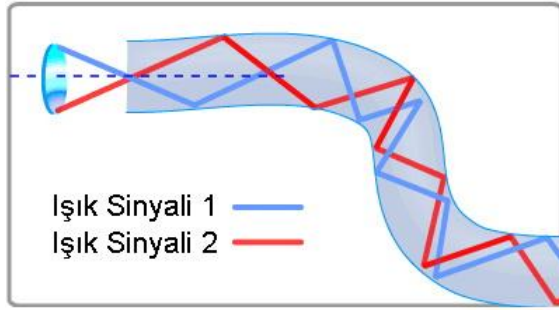
Bir ortamın optik yoğunluğundan dolayı ışığın ilerlemesine karşılık gösterdiği dirençtir. “n” ile gösterilir. Herhangi bir ortamın kırılma indisi hiçbir zaman 1’den küçük olamaz.

Kırılma İndisleri	
Boşluk	1.00
Hava	1.003
Su	1.33
Kuvars	1.46
Cam fiber	1.5-1.9
Elmas	2.0-2.42
Silisyum	3.4
Buz	1.31

Tablo 2.1: Saydam maddelerin kırılma indisleri

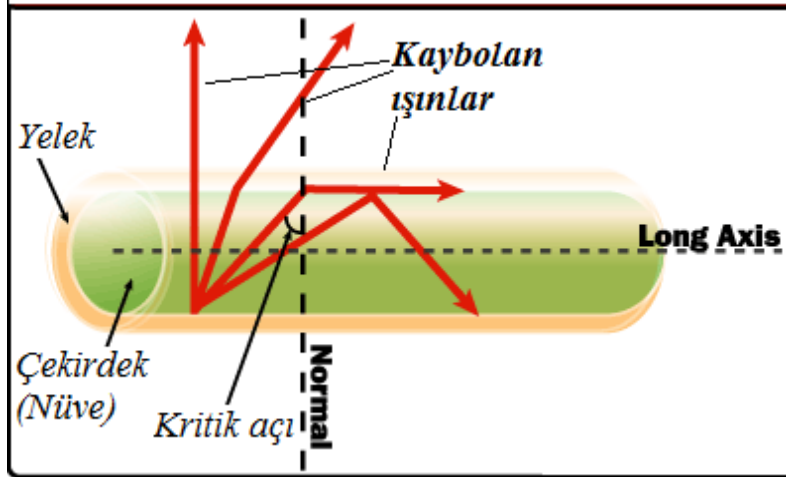
2.2. Fiber Optik Kablo İçerisinde Işığın Yayılması ve F/O Kablonun Çalışması

Fiber optik kabloda ışık tam yansıma ile yayılır. Eğer kritik açıdan küçük açı ile gelirse bu ışınlar absorbe (emilme) edilir. Bu da bilginin karşıya ulaşamaması demektir.



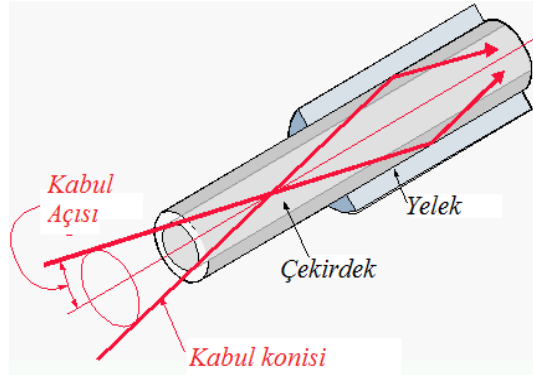
Şekil 2.8: Fiber optik kabloda ışığın ilerlemesi

Lazerden gönderilen ışın demeti ilk başta doğrusal bir yol izler. İlk başta şekil 1.1’de olduğu gibi ışık sinyali 1 ve 2 olarak çıkan alt ve üst sınır ışınları şekilde görüldüğü gibi kablonun kıvrıldığı noktalarda; ışık cam örtüye çarpıp geri yansır bu şekilde yansıya yansıya merkezdeki yoluna yavaşlayarak ve bir miktar kayba uğrayarak da olsa devam eder. Bu nedenledir ki fiber kabloların fazla kıvrım yapmadan genellikle düz bir yol izlemesi, veri iletim hızı ve kalitesi açısından önemlidir. Cam örtü tabakası ışığı kesinlikle absorbe etmez ve neredeyse tam olarak yansıtır bu da bilginin kayıpsız şekilde ulaşması için çok önemli bir noktadır.



Şekil 2.9: Fiber optik kabloda ışığın yansıması

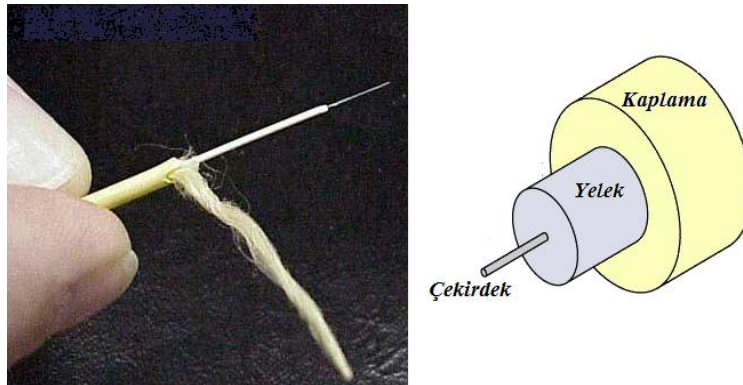
Kablo içerisinde ışığın kayıpsız ilerlemesi için ışığın kabul edilebilir bir açı ile giriş yapması gerekmektedir.



Şekil 2.10: Fiber optik kabloda kabul açısı

2.2.1. Fiber Optik Kablonun Yapısı

Fiber optik core (nüve-çekirdek), clad (yelek) ve kaplama (jacket) olmak üzere 3 katmandan oluşur.



Resim 2.5: Fiber optik kablo ve yapısı

➤ Temel olarak günümüzde mevcut üç (3) fiber optik çeşidi

- • Plastik çekirdekli,
- • Cam çekirdekli,
- • Cam çekirdekli, plastik koruyucu zarflıdır.

2.2.1.1. Core (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.

2.2.1.2. Clad (Yelek)

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 geçmez (aşırı bir katlanma ya da ezilme yoksa). Işın kılıf nüve sınırından tekrar nüveye döner ve böyle yansımalar dizisi hâlinde nüve içerisinde ilerler.

2.2.1.3. Jacket (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.

2.2.2. Fiber Optik Kablonun Geleneksel (Bakır) Kablolarla Olan Üstünlükleri

Fiber optik kablolar diğer tüm teknolojiler gibi bir önceki teknolojinin eksikliklerini gidermek veya üstünlük sağlamak amacıyla üretilmiştir. Sonuç olarak bu avantajları sağlamıştır. Bu avantajları birkaç sınıfta değerlendirebiliriz.

➤ Yüksek hızda iletim sağlanması

Optik iletim sistemlerinde taşıyıcı frekans çok yüksek olduğundan diğer sistemlerinkinden daha yüksek bant genişliklerine ve daha yüksek iletim hızlarına erişilmiştir. Örnek olarak optik fiberlerde bu rakam 200000 Hz civarına kadar çıkabilir. Optik fiberler fazla güç harcamadan büyük miktarda bilgi taşıyabilir.

Yüksek bant genişliği kapasitesine sahiptir. İletim sistemlerinin karşılaştırılması için kullanılan (bant genişliği x uzaklık) çarpımının;

Kablo türü	Band genişliği
Eşeksenli (Coaxial) kablolar	0,2 GHz x Km
Dereceli indisli (GI) fiberlerde	1 GHz x Km
Tek Modlu (SM) fiberlerde	100 GHz x Km

Tablo 2.2: Fiber optik iletişim hattı

Bu hız farkını sebebi; metalik kablolar, iletkenler arasında kapasitans ve iletkenler boyunca indüktans meydana gelir. Bu özellikler metalik kabloların, bant genişliklerini sınırlayan alçak geçiren filtreler gibi hareket etmelerine neden olur.

➤ Uzun yineleyici (tekrarlayıcı-reperitör) aralığı

F/O kablolarında sinyal zayıflaması daha azdır. Bu tekrarlayıcılar arası mesafe yüksektir. Bugün kullanılan teknolojiye optik fiberlerde tekrarlayıcı aralığı;

- 1310 nm dalga boyu ışık kullanarak 40-50 km,
- 1550 nm dalga boyu ışıktaki ise 80-100 km,
- 1625 nm dalga boyu ışıktaki ise 80-100 km'dir.

➤ **Kanal başına bedelin (maliyetin) düşük olması**

- F/O kabloların hafif ve ucuz olması,
- Bant genişliği x uzaklık çarpımının büyük olması,
- Yineleyici aralıklarının uzun olması,
- 900 çift bakır tel yerine 6 çift fiber optik kablo yeterlidir. Hat donanımı değiştirilerek (ayrı fiberden yararlanarak) kanal sayısı çabuk ve kolay artırılabilmesi nedeniyle maliyet oldukça düşüktür.
- Bir tek lif içinden dört ayrı dalga boyunda iletişim yapılarak kanal kapasitesi dört kat artırılabilir.
- Yerel ağ şebekelerinde tek bir fiber üzerinden aynı anda TV, telefon, internet vb. hizmetleri iletilir.
- Tüm bu bilgiler toplandığında fiber optik bir sistemin uzun vadeli maliyetinin, metalik bir sistemin uzun vadeli maliyetinden daha az olacağı düşünülmektedir.

➤ **Bilgi çalınmasının güçlüğü**

F/O kablo bilgi iletiminde daha güvenlidir. F/O kabloda bilgi kolayca yakalanamaz.

Optik fiber damardan bilgi çalabilmek için ya kabloyu (damarı) kesip sisteme bağlayarak veya LID sistemli kaynak makinesi çalışma ilkesinden yararlanılması gerekir. Birinci yöntemde anında, ikincisinde de maliyeti yüksek, zaman isteyen bir işlem olduğundan ve aynı anda devreler üzerinde zayıflama artacağından saptanması kolaydır.

Dışarıdan dinlenmesi imkânsız olduğundan özellikle askeri amaçlı iletişimin vazgeçilmez aracıdır.

➤ **Elektromanyetik etkiden bozulmama**

Fiber sistemler, manyetik indüksiyonun neden olduğu kablolar arası karışmadan etkilenmez. Cam ya da plastik fiberler elektriği iletmeyen malzemelerdir; bu nedenle fiber optik kablolarında, akım akısının meydana getirdiği manyetik alan yoktur. Metalik kablolarında, karışmanın baslıca nedeni birbirine yakın yerleştirilmiş iletkenler arasındaki manyetik indüksiyondur.

Bakır iletkenli iletim sistemleri manyetik etkiden bozulurken optik iletimde bozulma yoktur. Bu nedenle yüksek gerilim iletkenlerinin içine fiber damarlar yerleştirilerek üretilebilmektedir. Bir yandan enerji taşırken diğer yandan iletken içerisine yerleştirilmiş fiberler iletişim ortamı oluşturmaktadır.

Elektromanyetik darbelerin yanında nükleer silahlardan etkilenmez. Radyoaktif ışınımına karşı dayanıklıdır.

➤ **Karışma (diyafoni) olmaması**

Fiber kablolar, yıldırımın, elektrik motorlarının, flüoresan ışığın ve diğer elektriksel gürültü kaynaklarının neden olduğu statik karışmadan etkilenmez; bunun bir nedeni de fiber optiklerin elektrik iletmemesi özelliğidir. Ayrıca fiber kablolar enerji yaymaz, dolayısıyla manyetik alan veya başka bir ışıksal sinyalin dışarıdan girme olanağı yoktur.

Kıvrımlardan dolayı sinyaller damar dışına taşsa bile diğer damarlara girip onları etkilemediğinden fiberde karışma (diyafoni) yoktur.

➤ **Elektriksel yalıtım**

Elektriksel iletkenlikleri yoktur. Optik fiberler elektriksel bakımdan yalıtkan maddelerden yapılmış olduğundan uçlar arasında tam bir elektriksel yalıtım sağlar.

Elektrik akımı taşımadığı için çarpılma tehlikesi yoktur.

Fiberlerin bu özelliği; Scada sistemleri, enerji şalt tesisleri, elektrik santralleri, kapalı devre televizyon sistemleri, uzay ve uçak haberleşme sistemleri ile askeri haberleşme sistemleri için çok uygundur.

➤ **Değişik çevre koşullarına uyum sağlaması**

Fiber kablolar, çevre koşullarındaki büyük değişikliklere karşı dirençlidir. Fiber damarlar +500°C'ye kadar ısıya dayanıklı olarak üretilebilmektedir. Metalik kablolarla oranla daha geniş bir sıcaklık aralığında çalışabilir.

Bunun yanı sıra fiberlerin kırılma ve kopması durumunda kıvılcım çıkmadığından çevresel koşulların en uç noktaları ile yangın, patlayıcı maddelerin bulunduğu ortamlarda güvenle kullanılmaktadır.

Aynı şekilde fiber kablolar, aşındırıcı sıvılardan ve gazlardan daha az etkilenir.

Henüz kanıtlanmamış olmasına rağmen fiber sistemlerin metalik malzemede daha uzun süre dayanacağı varsayılmaktadır. Bu varsayımın dayanak noktası, yukarıda belirtmiş olduğumuz gibi fiber kabloların çevre koşullarındaki değişikliklere daha dayanıklı olmasıdır.

➤ Tesis kolaylığı

- Fiber kabloların monte edilmesi ve bakımı daha kolay ve daha güvenlidir.
- Cam ve plastik fiberler iletken olmadıkları için, fiberler kullanıldığında elektrik akımları ya da gerilimlerinin yarattığı tehlikeler yoktur. Fiberler, hiçbir patlama ya da yangın tehlikesi oluşturmaksızın, uçucu sıvıların ya da gazların çevresinde kullanılabilir.
- F/O kablonun malzemesi cam ve plastiktir. Dolayısıyla bakır kablolardan çok daha hafiftir. F/O kabloların bakıra göre oldukça küçük ve hafif olması, göz çoklayıcı kullanarak aynı gözden birden çok FO kablo çekilebilmesi nedeniyle tesisi kolaydır. Ayrıca fiber kablolar daha az saklama alanı gerektirir ve daha ucuza nakledilebilir.
- Örneğin,
- Bakır iletken (0.6 mm² Ø) 3 kg/km
- Fiber damar 30-50 g/km
- FO kablo makara boyu Telekom'da 2 km ve 4 km (TAFİCS) olarak kullanılmaktadır. Bu da ek sayısını azaltmaktadır.

Bu kadar avantajın yanında dezavantajları da olması kaçınılmazdır. Bu dezavantajlarda;

- Mevcut şebekeye ayarlanmasında zorluklar çıkmaktadır (bakır devre ve fiberin uyuşmaması),
- Digital ve analog sistemlerin uyuşmaması,
- Fiber fiyatlarının yeteri kadar ucuz olmamasıdır. Uzun mesafe irtibatlarında ise fiber optik sistemler konvansiyonel fiber ve bakır kabloların ekonomik karşılaştırılmasında bant genişliği veya kanal maliyeti de dikkate alınmalıdır.
- Yerel şebekelerde fiber optik kabloya olan ihtiyaç fazla olmadığından yerel şebekede kullanılacak teçhizat geliştirme çalışmaları yavaş yavaş yürütülmektedir. Mevcut teçhizatlar ise çok pahalıdır.
- Fiber optik kabloların pratikte 5 km'den kısa mesafelere çekilmesi ekonomik değildir.

2.2.3. Fiber Optik Kablonun Kullanım Alanları

Optik iletişim sistemleri; büyük olanaklar sağlaması nedeniyle kısa sürede çok geniş kullanım alanları bulmuştur. Bu sistemin kullanıldığı çeşitli alanlar aşağıda sıralanmıştır.

- 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 sistemlerinde,
- Veri (data) 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 taşıırken aynı anda haberleşmeyi de sağlamasında,
- Trafik kontrol sistemlerinde,
- Reklam panolarında,
- Tıp alanında kullanılan aygıtlarda (endoskopi vb.),
- Nükleer enerji santrallerin ve radyo aktif ısınların iletişimi bozduğu yerlerde kullanılır.

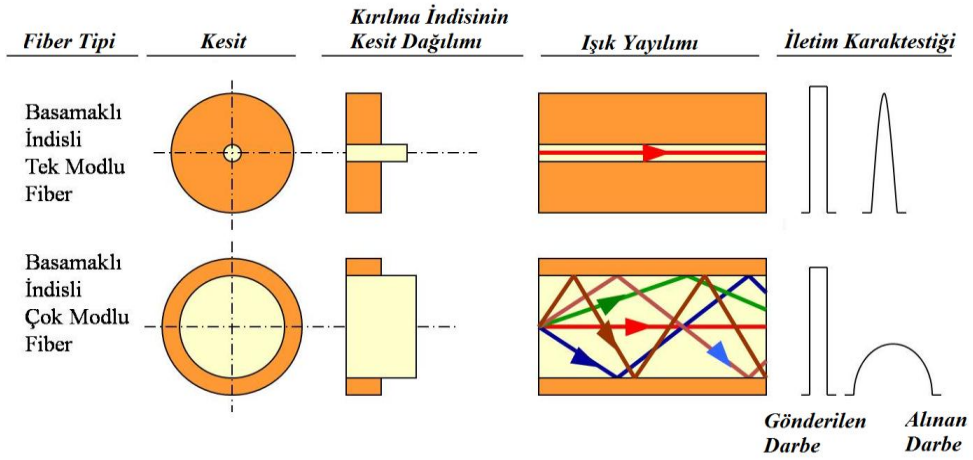
2.2.4. Fiber Optik Kabloların Sınıflandırılması

Fiber optik kablolar; yapısına, çalışma moduna ve kapasitesine göre üçe ayrılır.

2.2.4.1. İndis Moduna Göre F/O kablo

➤ Basamak indisli kablo (step-index kablo)

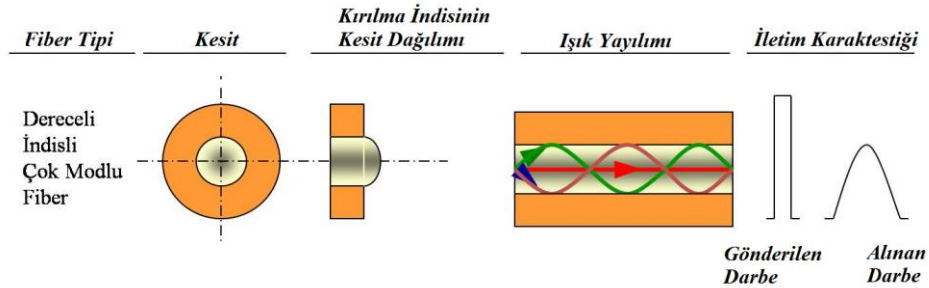
Basamak indisli fiber, sabit kırılma indisli merkezi bir çekirdeğe sahiptir. Nüvenin çevresi, sabit ve merkezi nüvenin kırılma indisinde daha düşük bir kırılma indisine sahip, harici koruyucu zarfla sarılmıştır. Şekil 2.4'te nüve ve kılıf sınırında, kademe indisli bir fiberin kırılma indisinde ani değişiklik olduğu görülmektedir.



Şekil 2.11: Basamaklı indisli fiber optik kablo

➤ **Dereceli indisli kablo (graded-index kablo)**

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

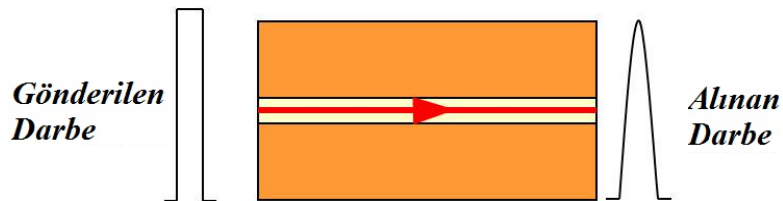


Şekil 2.12: Dereceli indisli fiber optik kablo

2.2.4.2. Işık Moduna göre F/O kablo

➤ **Single mod (tekli mod)**

Single modda tek bir ışık ışını ile bilgi gönderilir. Işık kablo içerisinde bir yere çarpmadan düz bir şekilde ilerler.



Şekil 2.13: Single mod fiber

10 μm nüve çapına ve 125 μm yelek çapına sahiptir. Bu tip kabloyu kullanan haberleşme sistemlerinin çoğunda tekrarlama ihtiyacı duyulmadan 500 km'ye kadar 1Gbit/sn hızla bilgiler iletilebilir. SM Fiberler için ortalama zayıflatma 0,25 dB/km dir. Özelliğİ, Kablonun nüve çapının küçük olmasıdır.

Tek modlu fiberin dezavantajı;

Nüve çapının küçük olması (9 μm) sebebiyle ışık yoğunluğu yüksek ve pahalı olan lazer ışık kaynağı kullanma zorunluluğı olup aynı zamanda çok daha hassas bağlantı elemanları gerektirmesidir.

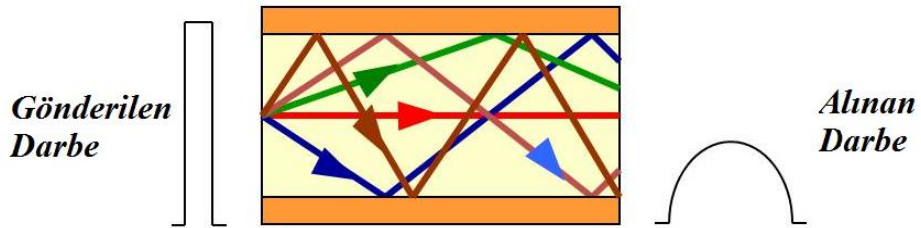
➤ **Multi mod (çoklu mod)**

Multi modda birden fazla ışık bilgi gönderilir. İçinden birden çok modun (uyarımı) yayıldığı fiber, 50 μm nüve çapına ve 125 μm yelek çapına sahiptir. Bu tip kabloyu kullanan haberleşme sistemlerinin çoğunda tekrarlama ihtiyacı duyulmadan 50 km'ye kadar 300 Mbit/sn hızla bilgiler iletilebilir. MM Fiberler için ortalama zayıflatma 2,5 dB/km'dir.

Özelliğİ: Kablo apı büyüktür, Dispersiyon azaltılır ve yok edilir. Gelen ışıklar ışık yolunda birleşir.

• **Multi mode fiber (step-index tipi)**

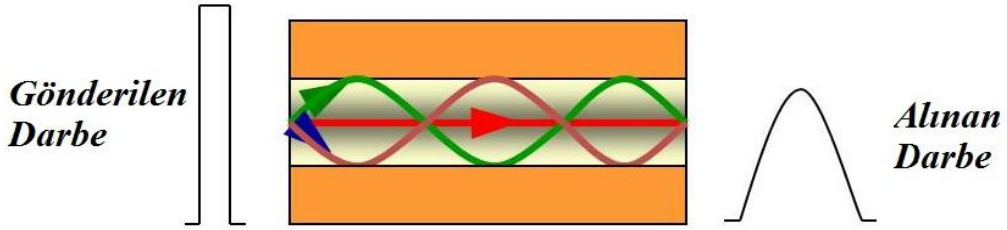
Yolculuk eden ışığın tümü tek bir yol üzerinde hareket eder. En yüksek kapasitedeki bilgi multi mode fiberden daha iyi iletir. Çünkü sinyalin yayılması ve clad'a çarparak ilerlemesi yoktur.



Şekil 2.14: Dereceli indisli multi mode fiberoptik kablo

- **Multi mode fiber (graded-index tipi)**

Yolculuk eden ışık çoklu yol üzerinden hareket eder. Veri alma ve gönderme tekli modda fibere göre daha yavaş ve kısa mesafelidir. Bu kablolarda indis yoğunluğu bir anda değil azalarak dışa doğru gitmektedir.

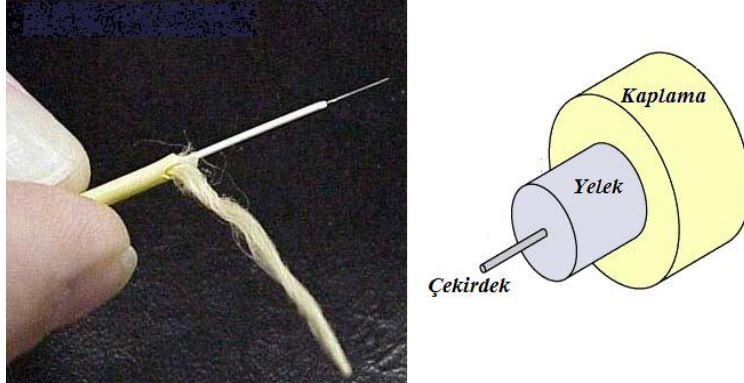


Şekil 2.15: Basamak indisli multi mode fiber optik kablo

2.3. Fiber Optik Kablo Oluşturan 3 Katmanın (Nüve-core, Clad-yelek, Jacket-kaplama) İncelenmesi

Temel olarak günümüzde mevcut üç (3) fiber optik çeşidi vardır. Bunlar;

- Plastik çekirdekli, plastik koruyucu zarflı,
- Cam çekirdekli, plastik koruyucu zarflı (Çoğunlukla PCS fiber denir: plastik koruyucu zarflı silika),
- Cam çekirdekli, cam koruyucu zarflıdır (Çoğunlukla SCS denir: silika koruyucu zarflı silika).



Resim 2.6: Fiber optik kablo ve yapısı

- **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 katılır.

➤ **Plastik kaplı silisyum fiber**

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

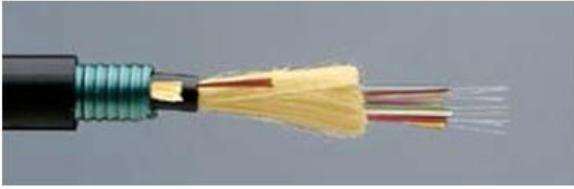
➤ **Plastik fiberler**

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

Plastik fiberlerin cam fiberlere oranla çeşitli avantajları vardır. Birincisi, plastik fiber daha esnektir ve bu nedenle camdan daha dayanıklıdır. Monte edilmeleri kolaydır, basıca daha dayanıklı ve daha ucuzdur, üstelik cama oranla %60 daha hafiftir. Plastik fiberin dezavantajı, yüksek zayıflama özellikleridir; ışığı cam kadar verimli yayamaz. Dolayısıyla plastik fiberlerin kullanımı nispeten kısa mesafelerle (örneğin, tek bir bina ya da bir bina kompleksi dâhili) sınırlıdır.

Cam çekirdekli fiberler düşük zayıflama özellikleri sergiler. Ancak PCS fiberler SCS fiberlerden biraz daha iyiyidir. Ayrıca PCS fiberler yayılımdan daha az etkilenir dolayısıyla askeri uygulamalar açısından daha caziptir. SCS fiberler en iyi yayılım özelliklerine sahiptir ve sonlandırılmaları. PCS fiberlere oranla daha kolaydır. Ne yazık ki SCS kablolar en dayanıksız kablolardır ve yayılıma maruz kaldıklarından en fazla zayıflama bu kablolarda meydana gelir.

Fiber optik kablolarla normal kabloları kıyasladığımızda işin teknik yönü ve sağladığı avantajlar dışında maliyet açısından fiberlerin çok daha pahalı olduğunu görürüz. Ancak kısa mesafeler için (1-5 km) ya da bilgi taşıma kapasitesi bakımından fiberlerde kullanılan malzemeye oynamak suretiyle hem fiyat uygunluğu hem de ihtiyaca cevap vermek mümkün olmuştur.



Resim 2.7: Fiber optik kablo örnekleri 1



Resim 2.8: Fiber optik kablo örnekleri 2

2.4. Fiber Bağlantıları ve Veri Aktarımı

Fiber optik konektörler, iki fiber ya da 2 grup optik fiber arasında optik güç aktarımını sağlar. Optik kaybın en az olması için konektörlemenin çok iyi yapılması gerekmektedir. Konektör kullanılarak yapılan fiber optik bağlantılar ısı, toz, nem gibi çevresel koşullardan etkilenmemelidir. Bu nedenle, konektörler güvenilir olmalı ve montajları kolay yapılmalıdır. Askeri ve sivil uygulamalar için farklı konektörler bulunmaktadır.



Resim 2.9: Fiber optik bağlantı konektörleri

Fiber optik kablolar veri ve ses iletimi için en ideal kablo türüdür. Veri iletimi açısından en iyi performansı gösteren cam fiberlerdir. Optik frekanslardaki taşıyıcı sinyal frekansı yüksek olduğundan fiberlerin kullanılabilir band genişliği oldukça yüksektir (25 Thz (terahertz)). Fiber optik kabloların diğer iletişim ortamlarından en önemli farkı, ses, veri ve görüntü iletişimindeki yüksek hızdır. Böylece büyük miktardaki verileri daha hızlı ve daha uzak mesafelere taşır. Basit bir şekilde veri iletim hızlarının karşılaştırılması aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Kablo Çeşitleri	Bant Genişliği	En uzun mesafe
50 Ω Koaksiyel kablo	10-100 Mbps	185 m
Cat 5 Ethernet kablosu (10 base-T)	10 Mbps	100 m
Cat 5 Ethernet kablosu (100 base-T)	100 Mbps	100 m
Multimode (62.5/125 μ m) Fiber optik kablo	100 Mbps	2000m
Singlemode (9/125 μ m) Fiber optik kablo	1000 Mbps	3000m
Kablosuz Ağ (Wi-fi)	11 Mbps	100 metrenin altı

Şekil 2.3: Fiber optik ve bakır kabloların karşılaştırılması

2.5. Fiber Optik Kablo Sistemleri ve Telemetre Uygulaması

Fiber optik kablo sistemleri önceki konularda belirttiğimiz gibi artık tüm sektörlerin her alanında yer almaktadır. Fiber optik ağlar bir örümcek ağı gibi her yeri sarmış durumdadır.

Sadece haberleşme sistemlerinde değil tıp, otomobil, sayaç okuma sistemleri (Scada) vb. tüm sistemlerde fiber optik uygulamaları mevcuttur.

➤ Telemetre uygulaması

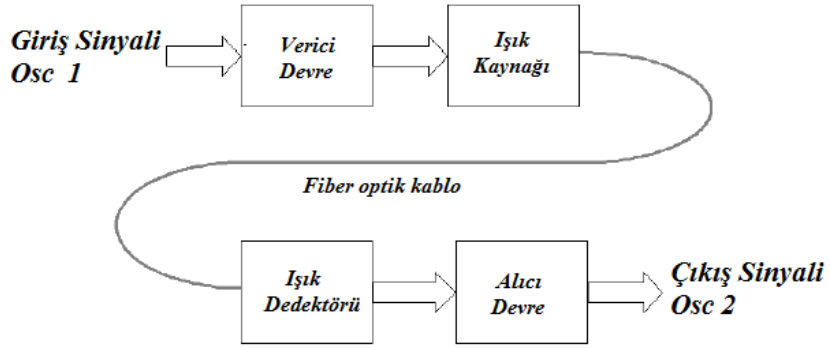
Telemetre modern üretimde, endüstriyel işlemlerde, maden endüstrisinde ve genel kullanımlarda, güvenlik endüstrisinde, bir birinden uzak olan sistemlerin ve aletlerin bağlanmasında kullanılır. Bu uzaklık birkaç metre ile binlerce kilometre arasında değişebilmektedir. Telemetri, komut ve programa göndererek ve bu uzak yerlerdeki monitör bilgilerini almada kullanılmaktadır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki uygulama faaliyetini yaparak fiber optik iletim hattı kurarak çalışmasını inceleyeceksiniz.



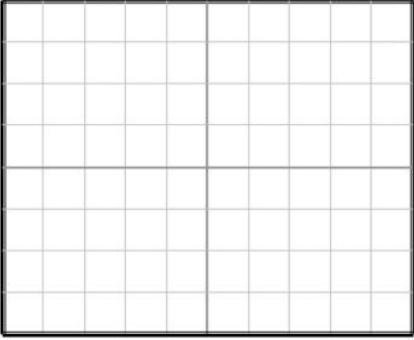
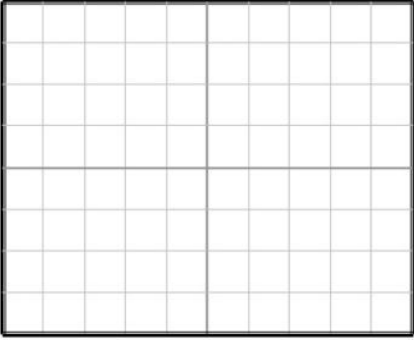
Uygulama 2.1.1: Fiber optik deney seti



Uygulama 2.1.2: Fiber optik iletişim hattı

Malzeme Listesi

- Fiber optik deney seti, Fiber optik kablo, Sinyal jeneratörü, Osilaskop

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Fiber optik iletim hattını kurunuz. ➤ Devreye enerji vererek girişe sinyal uygulayınız. ➤ Giriş sinyalini osilaskop ile ölçerek, sinyali çiziniz.  ➤ Çıkış sinyalini osilaskop ile ölçerek sinyali çiziniz.  ➤ Giriş ve çıkış sinyallerini karşılaştırınız.	➤ İş güvenliği tedbirlerini alınız. ➤ Fiber optik kabloyu bükmeyiniz ➤ Osilaskop kullanımını tekrarlayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Fiber optik deney setinde gerekli bağlantıları yapabiliyor musunuz?		
2. Ölçülen değerleri kâğıt üzerine aktararak sinyal grafiğini çıkarmayı yapabiliyor musunuz?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE 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) Kızılötesi 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) kablolarla olan üstünlüklerinden değildir?
A) F/O kablolarla sinyal zayıflaması daha azdır.
B) Yüksek bant genişliği kapasitesine sahiptir.
C) Ekonomiktir.
D) F/ O kablonun malzemesi cam ve plastiktir.
6. Hangisi fiberoptik kablonun yapısında 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) Hepsi

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 Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi analog bir bağlantı şeklidir?
A) ADSL
B) ISDN
C) Uydu Net
D) Dial up (Çevirmeli Ağ)
2. Aşağıdakilerden hangisi ISDN'in verdiği hizmetlerdendir?
A) Faks
B) Görüntülü Telefon
C) İnternet
D) Hepsi
3. ADSL splitterin işlevi nedir?
A) Analog sinyali dijital sinyale çevirmek
B) Dijital sinyali analog sinyale çevirmek
C) Kablosuz bağlantı sağlamak
D) Veri sinyali ile ses sinyalini ayırmak
4. Veri iletişimde ülkemizde en yaygın olan teknoloji hangisidir?
A) ISDN
B) ADSL
C) VDSL
D) Uydunet
5. Ülkemizde kullanılan mobil iletişim tekniği hangisidir?
A) AMPS
B) CDMA
C) GSM
D) Iridium
6. Hücreli telefon sisteminde frekans kullanımı için kaç tane frekans aralığı vardır?
A) 7
B) 8
C) 9
D) 10
7. Hangisi yüksek hızda veri iletimi sağlayarak internet TV gibi hizmetleri sağlar?
A) ISDN
B) VDSL
C) ADSL
D) HDSL

8. GSM sisteminde aboneye ait sabit bilgilerin saklandığı bölüm hangisidir?
A) HLR
B) VLR
C) AUC
D) BSC
9. GSM’de mobil cihazların durumunu (çalıntı, kayıt) inceleyen, cihaz hakkında bilgi saklayan birim hangisidir?
A) HLR
B) AUC
C) EIR
D) VLR
10. Cep telefonundan internet bağlantısını Pc ve diğer sistemlerle paylaşmak için hangisi zorunludur?
A) Kızılötesi
B) Bluetooth
C) Usb
D) Dâhili modem
11. Mobil sistemlerde 3G’nin getirdiği yeniliklerden değildir?
A) Yüksek veri hızı
B) Pil süresinin artması
C) Görüntülü konuşma
D) Mobil TV hizmeti
12. Fiber Optik kablonun temel ögesi nedir?
A) Cam
B) Bakır
C) Su
D) Hiçbiri
13. 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
14. Fiber optik sistemlerde kullanılan ışık grubu hangisidir?
A) Mor ötesi ışınlar
B) Kızılötesi ışınlar
C) Görünür ışık
D) Gama ışınları

15. Fiber optiğin kullanım alanlarından değildir?
- A) TV sistemlerinde
 - B) Tıp alanında
 - C) Havacılık alanında
 - D) Entegre yapımında
16. Aşağıdakilerden hangisi fiber optik kablonun geleneksel (bakır) kablolarla olan üstünlüklerinden değildir?
- A) F/O kablolarla sinyal zayıflaması daha azdır.
 - B) Yüksek bant genişliği kapasitesine sahiptir.
 - C) Ekonomiktir.
 - D) F/O kablonun malzemesi cam ve plastiktir.
17. Hangisi fiber optik kablonun yapısında bulunmaz?
- A) İletken
 - B) Çekirdek
 - C) Yelek
 - D) Kaplama
18. Hangisi fiber optik iletişim hattının verici kısmında bulunmaz?
- A) Işık kaynağı
 - B) Işık detektörü
 - C) Gerilim akım dönüştürücü
 - D) Hiçbiri
19. Işık hangi ortamda en hızlı olarak ilerler?
- A) Hava
 - B) Cam
 - C) Uzay
 - D) Su
20. Fiber optik bağlantı noktasında hangisine dikkat edilmez?
- A) Toz, nem
 - B) Işık kaçakları
 - C) Elektrik bağlantısı
 - D) Hepsi

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 modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

MODÜL DEĞERLENDİRME’NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	D
4	B
5	C
6	A
7	B
8	A
9	C
10	D
11	B
12	A
13	C
14	B
15	D
16	C
17	A
18	B
19	C
20	C

KAYNAKÇA

- WAYNE, Tomas, **Elektronik İletişim Teknikleri**, Milli Eğitim Yayınları, İstanbul, 1997.