OPTİK FİBER İLETİŞİM SİSTEMLERİNİN ÖZELLİKLERİ

Gamze AYDEMİR, Abdullah FERİKOĞLU, Coşkun ODABAŞ, Zeki BEYHAN

Özet – **Bugün insanlık bilgi patlamasının ortasındadır. Her kanaldan sınırsız bilgi akışı insanı çevrelemiştir. Sorun ise bu kadar yoğun bilginin nasıl ve hangi iletişim aracı ile taşınacağıdır. Dalga klavuzlayıcısı olarak fiberlerin kullanımı ve gelişimi, optik fiber haberleşme sistemini gündeme getirmiştir. Bakır tellerde elektronların hareket etmesine dayanan elektronik yerine, cam teller diyebileceğimiz optik fiberlerde, fatonlar hareket etmektedir. Optik fiber iletim sistemlerinin diğer iletim sistemlerinden üstün birçok özelliği vardır. Bu üstünlükleri sayesinde ülkemizde de telekomünikasyon alanında ve farklı daha birçok alanda optik iletimin yaygınlaşması optik fibere olan ilgiyi arttırmıştır. Bu çalışmada optik fiber sistemler incelenmiştir.**

Anahtar Kelimeler – Optik Fiber, Haberleşme, İletim Sistemleri

Abstract – **Today, humanity is in the middle of the data explosion. Unlimited data flow from various channels surrounded the people. The problem is how and with which comunication way to carry this much dense information. The introduction of fibers as a wave guide has brought the optical fiber communication to the agenda. A number of features make optical fiber communication superior to others. Owing to its ments not only in communication but also in many other areas much interest has been given to optical fibers. In this paper optical fiber systems have been examined from various aspects.**

Key Words – Optical Fiber, Telecommunication, Communication System

G.Aydemir, C.Odabaş, Z.Beyhan; Sakarya Endüstri Meslek Lisesi Telekomünikasyon Bölümü, Adapazarı
A Ferikoğlu; SAÜ Teknik Eğitim Fakültesi

I. GİRİŞ

1880'lerde Alexander Graham Bell sesin ışıkla iletimi konusundaki çalışmaları sonucu telefonun icadından dört yıl sonra diyaframla güneş ışığını modüle ederek 200m mesafede kullanılabilecek "photophone"u önermişti. XX.yüzyılın başlarında optik iletişim üzerine araştırmalar devam ettiyse de uygulamada sınırlı kaldı. Temel sorunlar uygun ışık kaynağı bulunamaması ve atmosferdeki iletişimin görüş ufku ile sınırlı olması bunun sonucunda da yağmur, kar, sis, toz gibi atmosferik etkilerden çok fazla etkilenmesi idi.

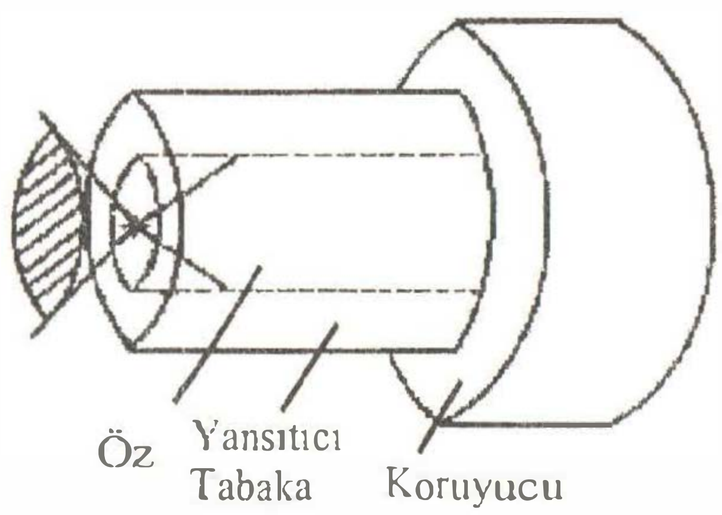
Radyo ve mikrodalga frekansları atmosferik etkilerden çok daha az etkilendiklerinden dalga boylarına bağlı olarak bu frekanslarda oldukça uzun mesafeler arası iletişim sağlanabilmekte fakat bilgi taşıma kapasitesi sınırlı kalmaktadır. Teorik olarak taşıyıcı frekansı arttıkça iletişim bant genişliği ve dolayısıyla da bilgi taşıma kapasitesi artmaktadır. Bu nedenle telsiz iletişimi VHF, UHF, mikrodalga ve milimetrik dalga gibi gittikçe artan frekans veya gittikçe azalan dalga boyuna doğru bir eğilim göstermiştir (dalga boyu = ışık hızı / frekans). 1960 yılı başlarında Lazerin bulunması ile optik iletişimde ışık kaynağı sorunu çözülmüşse de iletişim ortamı olarak serbest uzayın kullanımı yine uygulamaların sınırlı kalmasına neden olmuştur. Atmosferik etkilerin sınırlamalarından kurtulmak amacıyla 1966 yılında camdan üretilen yalıtkan (dielektrik) dalga kılavuzunun ışığın yayılacağı ortam olarak kullanılmasının önerilmesi ile bu tür sistemlere ileride eş eksenli (koaksiyel) kablolu sistemlerin yerine geçecek sistemler olarak bakılmaya başlanmıştır. Başlangıçta 1000dB/km olan kayıp miktarı (koaksiyel kabloların 5 ile 10dB/km değerleri ile karşılaştırılabilir seviyede bile değil) kullanılan kablo ve konnektör teknolojilerinde yapılan iyileştirmelerle 10 yıl içinde 5dB/km'nin altına inmiş, günümüzde de 0.2dB/km'ye

ulaşmıştır. Bakır kablo, fiber optik kablo tercihi, fiyat-performans kriterlerine göre her geçen gün fiber optik lehine olmaktadır. Bununla birlikte mevcut altyapının daha çok bakır kablo (örneğin telefon şebekesi) temeline dayanması bakır kablodan iletişim imkanlarının zorlanması üzerine de yine yoğun çalışmaların yapılmasına neden olmaktadır. Bunun dışında bakır kablonun kaçınılmaz olarak kullanımını gerekli kılan uygulamalar da vardır. Örneğin iletişimin gerçekleştirildiği kablodan aynı zamanda güç gönderilmesi de söz konusu ise (Örneğin telli telefon) bakır tel kullanımı kaçınılmaz olmaktadır [8].

II. OPTİK FİBERDE SİSTEMLER

II.1. Optik Fiberin Yapısı

Işık iletiminde kullanılan fiberler, tam yansıma olayından yararlanan optik dalga kılavuzlarıdır. Şekil 1'de görüldüğü gibi silindirik yapıdaki bu dalga kılavuzları başlıca iki katmandan oluşur. Ortamda asıl iletimi sağlayan silindirik öz tabakası vardır. Bunun dışını çevreleyen bir örtü tabakası bulunur. Örtü tabakasının kırılma indisi öz tabakanınkinden biraz daha düşüktür. Bunların üstünde de koruyucu plastik kılıf tabakası vardır. Eksene dik ve düzgün şekilde kesilmiş fiber kesitine, dar bir ışın demeti tutulduğunda, ışın fiber içine girer [1][2].



Şekil 1. Fiberin Yapısı

Optik fiber denince, aklımıza cam fiberler gelmektedir. Kullanımı düşük düzeyde olmakla beraber, özel plastik malzemeden yapılan optik fiberler de vardır. Bunların ışık zayıflamaları cam fiberlerin on, yüz, hatta bin kat üstündedir. Bunlar, bina içi bilgisayar bağlantılarında olduğu gibi, çok kısa mesafeli bağlantılarda, kullanım kolaylığı nedeniyle tercih edilmektedir.

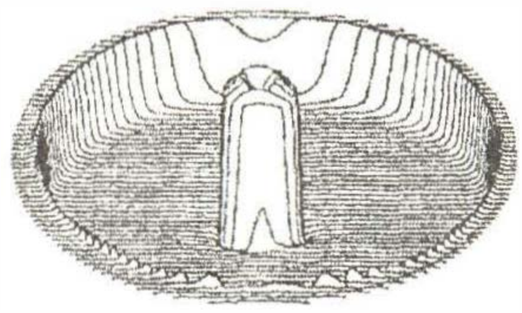
Tek bir ışının fiber içinde izlediği yola "mod" denir. Fibere değişik açılarla giren ışınlar farklı açılarla yansıyarak gideceğinden farklı yollar izlerler. Diğer uca farklı sürelerde ulaşırlar. Örneğin öz eksenine gelen ışın yansımaya uğramadan asal eksene paralel en kısa yolu kat ederek en kısa zamanda uca ulaşır. Bu moda ana mod denir. Eksene açıyla gelen ışınlar ise öz içinde yansıyarak giderler. Kat edilen yol ışının geliş açısı büyüdükçe yani yansıma açısı küçüldükçe artar.

Cam fiberlerin başlıca üç tipi vardır.

1. Basamaklı indisli, çok modlu optik fiberler,
2. Dereceli indisli çok modlu optik fiberler,
3. Basamaklı indisli tek modlu optik fiberler.

Bunların transmisyon özellikleri birbirinden farklıdır. Özellik farkları, öz ve örtü tabakalarının çapları ile özün kırılma indisinin, kesit içinde geometrik olarak sabit veya değişken oluşundan kaynaklanmaktadır. Üç tip fiberin tipik bazı sayısal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

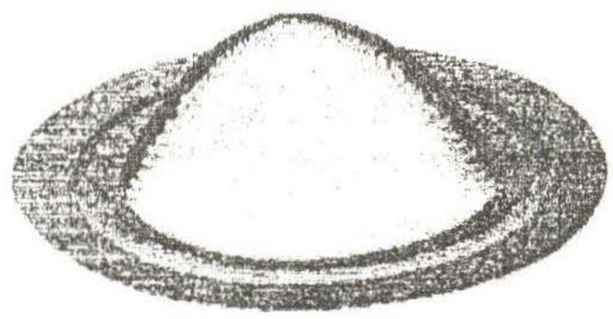
II.1.1. Basamaklı İndisli Çok Modlu Fiberler



Şekil 2. Basamaklı İndisli Çok Modlu Fiber

Bu tip fiberlerde, özün kırılma indisi, öz kesiti yüzeyince sabittir. Özün çapı, kullanılan ışığın dalga boyuna göre çok yüksek olduğundan, fibere farklı açılarla giren ışınlar, karşı uca değişik yolardan ve farklı sürelerle ulaşırlar. Süre farkından doğan faz farkları, alış ucunda, ışınların birbirini söndürdüğü ve güçlendiği kesit bölgeleri oluşur. Bu oluşuma "Mod" denmesinden dolayı, bu çeşit fiberlere "Çok Modlu Fiber" denir. Şekil 2'de Basamaklı İndisli Fiberin yapısı görülmektedir.

II.1.2. Dereceli İndisli Çok Modlu Fiberler



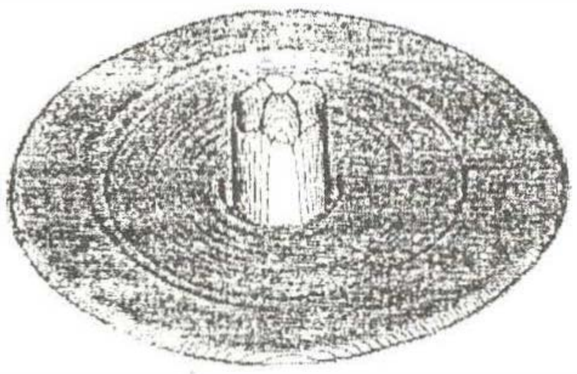
Şekil 3. Dereceli İndisli Çok Modlu Fiber

Basamaklı indisli fiberlerde görülen sakıncaları ortadan kaldırmak üzere dereceli indisli fiberler geliştirilmiştir. Bunlarda, standart öz çapı 50 mikronmetre olup, öz kesitinde, merkezden örtü tabakasına doğru, kırılma indisi küçülür ve dolayısıyla, ışık hızı yükselir. Şekil 3'deki gibi değişimin parabolik olması halinde, değişik yollar izleyen ışınlar karşı uca hemen hemen aynı sürede ulaşırlar. Böylece mod etkisi büyük ölçüde azalır. Bu tip fiber üretiminde, kesitteki kırılma indisi değişimi,

katmanlardaki katkı maddelerinin miktarı ayarlanarak sağlanır. Dereceli indisli fiberlerde ışık darbesinin yayvanlaşması azalır ve daha yüksek bir transmisyon kalitesi elde edilir. Bunlarla, 100 Mbit/s yükseklikte transmisyon hızında, 15-20 km'lik tekrarlayıcı mesafesine çıkılabilmektedir. Halen orta mesafe bağlantılarında kullanılabilmektedir.

II.1.3. Basamaklı İndisli Tek Modlu Fiberler

Öz çapının 11 mikrometrenin altına inmesi halinde modlar oluşmaz. Böylece sadece ana modu ileten tek modlu fiberler elde edilir. Halen, öz çapı 9-10 mikrometre olan fiberler standartlaşmıştır. Normal olarak, tek modlu fiberler basamaklı indisli yapılırlar [2]. Şekil 4'de Basamaklı İndisli Tek Modlu Fiberin yapısı görülmektedir.



Şekil 4. Basamaklı İndisli Tek Modlu Fiber

Tablo 1. Fiber Çeşitlerinin Özellikleri

Fiber Tipi	Çap(μm)			Kırılma İndisi		Sayısal Açıklık	Max. Giriş Açısı
	Öz	Örtü	Kılıf	Öz	Örtü		
Basamaklı İndisli Çok Modlu Fiber	85-100	125-140	250-300	1.480	1.460	0.24	14°
Dereceli İndisli Çok Modlu Fiber	50	125	250	1.460	1.445	0.21	12°
Basamaklı İndisli Tek Modlu Fiber	9-10	125	250	1.460	1.456	0.11	6.5°

Transmisyon hızını ve tekrarlayıcı mesafelerini yükseltmek maksadıyla, kırılma indisi dağılımı değişik türde tek modlu fiberler de üretilmektedir. Tek modlu fiberlerde darbe bozulması büyük ölçüde azalmıştır. Kaliteli üretimle kilometrik zayıflamaları 0.2 dB/km mertebesine inmiştir. Halen, 565 Mbit/s yükseklikte transmisyon hızına çıkabilmekte, 140 Mbit/s de 100 km'nin üstünde tekrarlayıcı mesafelerine ulaşılabilmektedir. Tek modlu fiberler yaygın olarak kullanılmaktadır.

II.2. Optik Fiberlerde Uygun İletim Dalga Boyları

Optik fiberlerde uygun iletim için üç değişik dalga boyu kullanılmaktadır. Optik fiberler ilk kullanıldığında (1996 yılında) ışık dalga boyu 850 nm (1. optik pencere) kullanılmıştır. 1975 yılında ışık dalga boyu 1310 nm (2.optik pencere) olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1987 yılından başlayarak dalga boyu 1550 nm olan (3.optik pencere) ışık kullanılmaya başlanmıştır. Şu anda optik iletim ve araştırmalarda 3. optik pencere temel alınmaktadır [5].

II.3. Fiber Üretimi

Fiber uygun yöntemlerle hazırlanmış cam çubuklardan eritilip çekme yoluyla üretilir. Cam çubukların hazırlanmasında yaygın olarak "Kimyasal Buhardan Çökeltme" yöntemleri kullanılmaktadır [1].

Bu yöntemlerde saf silisyum tetraklorid ($SiCl_4$) gazının saf oksijenle (O_2) yakılması sonucu ortaya çıkan silika (SiO_2) zerrecikleri çökeltilerek biriktirilir. Kimyasal reaksiyon formülü aşağıdaki gibidir:

$$SiCl_4 + O_2 \rightarrow SiO_2 + 2Cl_2$$

Fiber kesitinde değişik kırılma indisleri elde edebilmek için bu gaz içine bazı elementlerin de klorid gazları uygun oranlarda katılır. Kimyasal reaksiyon sonucunda oluşan birikim ısıtılıp ergitilerek de cam çabuk elde edilir.Üreticiler tarafından çökeltmede farklı yöntemler kullanılmakta, bu yöntemlerin üretim hızı, elde edilecek çubuk boyutu, kırılma indisi homojenliği, OH soğurması, zayıflama, işlem kolaylığı yönlerinden birbirinden bazı farkları olduğu söylenmektedir. Ancak bugün bu yöntemlerin hemen hemen hepsiyle yüksek kalitede fiber elde edilebilmektedir [1].

II.4. Optik Fiberin Kılıflanması

Optik fiberler üretimlerinden sonra doğrudan doğruya kablo yapımında kullanılmazlar. Önce dış etkenlerle kolayca kırılmasını ve zayıflama karakteristiklerinin bozulmasını önleyecek bir kılıf içine konulurlar. Gevşek kılıf ve sıkı kılıf olmak üzere iki tipte olan kılıfların uygulamada bazı ara tipleri de vardır [3][4].
Bunlar,

- Tek fiberli gevşek kılıf
- Çok fiberli gevşek kılıf
- Sıkı kılıf
- Kompozit kılıf
- Şerit

şeklinde olabilirler.

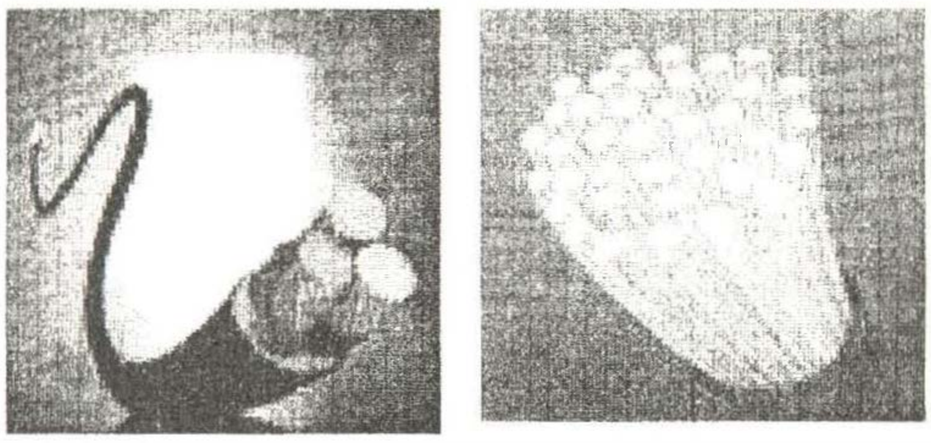
III. OPTİK FİBER KABLOLAR

III.1. Optik Fiber Kablolama

Optik fiberleri kablolamanın amacı, tesis esnasında fiberi fiziki zedelenmelerden korumak ve servis ömrü içinde transmisyon karakteristiğinin kararlılığını sağlamaktır. Ayrıca, kablo, çoklu fiber bağlantılarına da imkan verir. Kablo yapısının dizaynında, genelde, kablonun kullanma yeri ve şartları önemli rol oynar.

Örnek olarak,

- Havai kablolar, askıda kalmasından gelecek kuvvetlerin ve günlük sıcaklık farklarının zarar vermeyeceği şekilde,
- Gömme kablolar, karşılaşacağı çeşitli kuvvetlere dayanacak ve kemirgenlerin zararlarından korunacak şekilde,
- Denizaltı kabloları, yüksek basınca dayanacak şekilde,
- Dahili kablolar, üstlerine basıldığında haberleşmenin kesilmeyeceği şekilde dizayn edilmelidir.



Şekil 5. Optik Fiber Kablo Çeşitleri

Ayrıca, kablolara su girmesi, kablo içinde nem ve hidrojen gazı oluşması da önlenmelidir. Nem ve hidrojen gazı oluşmaması için uygun yalıtım ve kablaj malzemesi seçilmelidir.

Kablo içinde fiberlerin belli bir limit altında kavis yapması ve kırışık diyebileceğimiz çok küçük kavislerin oluşması da önlenmelidir. Çünkü bunlar önemli ölçüde transmisyon kayıplarına yol açar. Örnek olarak günlük sıcaklık farkları bu çeşit etkiler yapabilir.

Kablo içindeki nem ile plastiklerin bozulmasından oluşabilecek veya kablodaki elektriki iletkenlerin elektrolizinden ortaya çıkabilecek hidrojen fiberin özelliklerini etkileyerek transmisyon karakteristiklerinin bozulmasına, ayrıca zamanla kopmalara neden olur [1].

Optik fiber kablo tipleri kullanım yeri ve şartlarına göre değişmektedir. Bütün tiplerin ortak özelliği genellikle kablonun eksen bölümünde fiberleri çekmeye karşı koruyan ve kablonun çekme mukavemetini sağlayan bir merkez elemanın bulunmasıdır. Bu merkez eleman aynı zamanda kablonun burularak kink olmasını önler. Merkez eleman burulu çelik tellerden veya fiberden veya kevlar denilen malzemeden yapılır. Kabloyu oluşturan optik fiberler uygun kılıflarıyla birlikte bu merkez elemanının etrafına sarılırlar. Şekil 5'de Optik Fiber Kablo Çeşitleri görülmektedir.

III.2. Optik Fiber Kablolarda İletim

Geometrisi dolayısıyla koaksiyel kablo sınırlayıcı pek çok faktöre (yüksek frekanslı sinyallerin bu kablo üzerinden gönderilebilmesi ve gönderilebilen bit oranında önemli derecedeki artış) çözüm getirmesine rağmen gönderilen bilgi oranı ve güvenliği çift burgulu kablolarda olduğu gibi sınırlıdır. Fiber optik kablo ise plastik yalıtkanla kaplı çok ince cam tüp biçimindeki kablolardan oluşur. Camın kırılganlığına karşı koruyucu olarak en dışta sert bir kaplama vardır Fiber optik kablolarda taşınılan bilgi kablo üzerinde elektrik sinyali olarak değil de, çok ince cam tüp biçimindeki kablolar (fiber) üzerinde düzensiz değişen ışık ışınları şeklinde taşınır. Kısaca, veri iletişimi ışık vasıtasıyla sağlanır [4].

Işık dalgalarının elektrik dalgalarına göre daha geniş bant genişliği (bandwidth) olduğundan bu yöntemle saniyede yüzlerce megabit iletilebilir. İletimde elektrik sinyalleri kullanılmadığı için de herhangi bir elektronik etkileşim söz konusu değildir. Işık dalgaları ayrıca elektromanyetik karışma ve çapraz konuşmaya karşı daha dayanıklıdır. Fiber optik kablosu ayrıca, elektriksel olarak gürültülü ortamlarda, (gönderilen bilginin değişmesi veya karışmasını önlemek amacıyla) daha az sayıda bit oranlarını göndermek için oldukça kullanışlıdır. Fiber optik'in kullanımı güvenliğin önemli olduğu ortamlarda önemli ölçüde artmıştır çünkü bu kablo üzerinden kaçak veya gizli bağlantı kurmak veya bilgi sızdırmak fiziksel olarak çok zordur.

Bir fiber optik kablosu, gönderilecek her bir sinyal için kablonun koruyucu tabakasının (dışardan gelen herhangi bir ışık kaynağından gelecek zararlara karşı korumak için) içinde bulunan bir tek fiber içerir. Her bir fiberden tek yönlü haberleşme sağlanır. İki yönlü bir haberleşme için en az iki fiber gereklidir.

Ancak veri iletişimini ışık vasıtasıyla yapabilmek için öncelikle verilerin ışık sinyaline dönüştürülmesi gereklidir. Bu da gönderen tarafında elektronik sinyallerin ışığa ve alıcı tarafında da bu sinyallerin yeniden elektronik sinyallere dönüştürülmesiyle mümkündür. Işık sinyali, optik gönderici tarafından normal elektrik sinyallerinin ışık sinyaline dönüştürülmesiyle elde edilir. Bir optik alıcıda ise bu işlemin tersi uygulanır. Tipik olarak gönderici dönüştürme işlemi için ışık yayan diyot (LED, light-emitting diode) veya lazer diyot kullanırken, alıcı fotodiyot (photodiode) veya fototransistor kullanır.

Fiber optik kablolama, 2 Km'ye kadar uzayabilen geniş alanlarda, yüksek kapasiteli iletişim ortamı sağlayabilmek amacıyla kullanılır.

III.3. Optik Fiber Kabloların Üstünlükleri

Optik transmisyon sistemlerini kullanılan diğer transmisyon sistemleriyle karşılaştırıldığında, optik sistemlerin aşağıdaki özellikleri ortaya çıkmaktadır:

a) Yüksek hızda transmisyona imkan verir.
b) Uzun repetör aralıklarına imkan verir.
c) Kanal başına maliyet düşüktür.
d) Elektromanyetik bozmalardan etkilenmez.
e) Diyafoni problemi yoktur.
f) Haberleşme çalınması çok zordur.
g) Alış ve veriş uçları arasında elektriki yalıtım vardır.
h) Her türlü çevre şartlarında kullanılabilir.
i) Kablo üretiminde çeşit zenginliği olmakla beraber henüz standartlaşma yoktur.
j) Kablo döşeme kolaylığına karşılık ek ve bakımda titizlik ister.
k) Henüz lokal dağıtım şebekesinde cazip değildir.
l) Düşük transmisyon kaybı vardır.

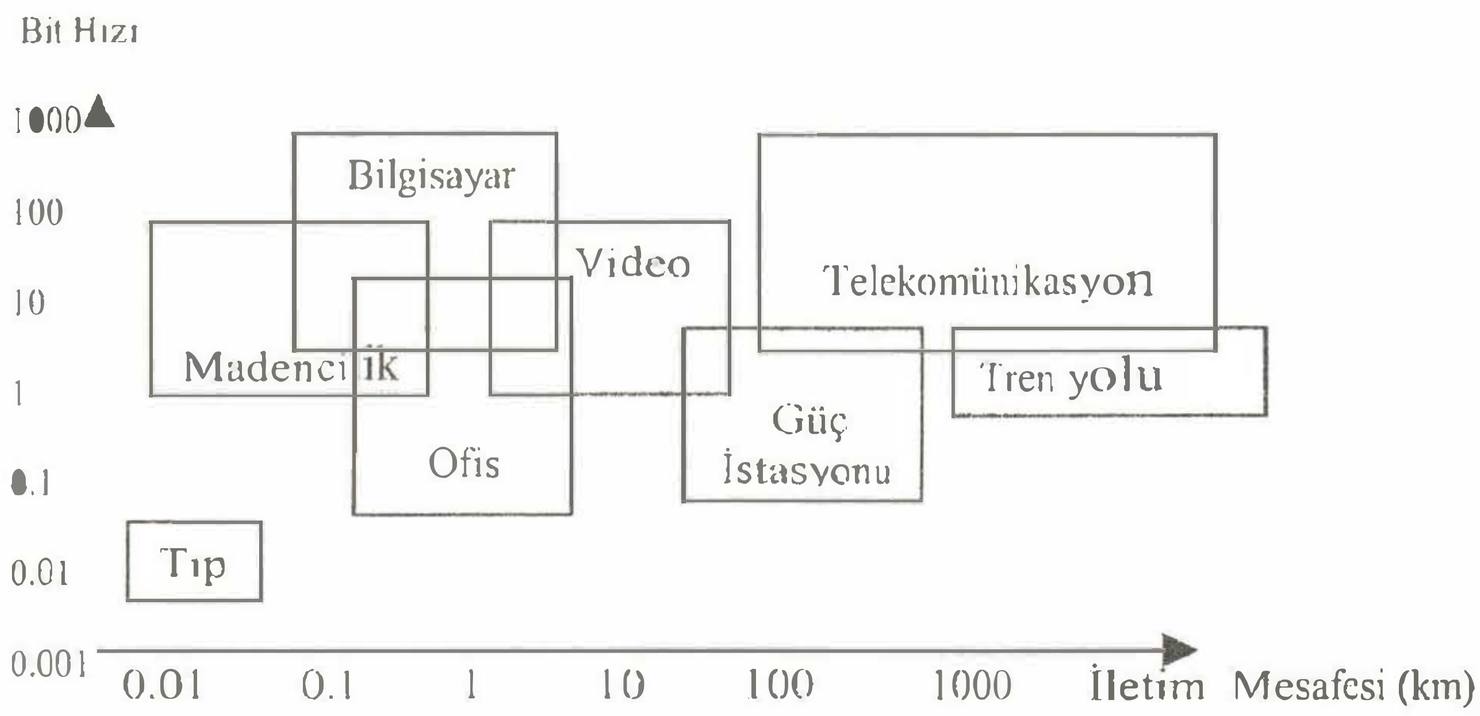
Optik haberleşme sistemleri, getirdikleri imkanlar ve sağladıkları avantajlar sayesinde, kısa sürede geniş kullanım alanı bulmuşlardır. Tablo 2'de optik fiberin diğer sistemlere olan üstünlükleri verilmiştir, Şekil 6 da kullanım alanlarını göstermektedir.

Zayıflamanın çok az, bant genişliğinin de çok yüksek olması bu sistemlerin yüksek hızlı data iletimi, telefon haberleşmesi, video işaretinin iletimi, kablolu TV vb. gibi sistemlerde tercih edilir hale gelmesini sağlamıştır [1][3][4]. Optik fiber kabloların kullanım alanları şunlardır:

- Zayıflamanın az, bant genişliğinin büyük ve kanal başına düşen maliyetlerin düşük olması nedeniyle uzun mesafeli, büyük kapasiteli haberleşme sistemlerinde,
- Yine aynı nedenlerden dolayı, orta mesafeli, düşük kapasiteli haberleşme sistemlerinde, hem analog hem sayısal transmisyona imkan vermesi, geniş banth servis imkanı sağlaması nedeniyle geniş şekilde şehir içi jonksiyon şebekelerinde ve kısmen abone şebekelerinde,
- Yine düşük kayıp, yüksek hız nedeniyle bina içlerindeki haberleşme tesislerinde,
- Kapalı devre TV sistemlerinde,
- Data transmisyonunda,
- Elektronik cihazların birbirleriyle irtibatlandırılmasında,
- Demiryolu elektrifikasyon ve sinyalizasyon uygulamalarında,
- Yüksek gerilim hatlarında,
- Trafik kontrol sistemlerinde,
- Askeri bağlantılarda,
- Proses kontrolünde,
- Patlayıcı madde ortamlarında,
- Banka uygulamalarında.
- LAN&WAN uygulamaları
- Internet
- CATV
- Digital TV
- Videophone
- Fiber To The Desk
- Video konferans
- Multimedia uygulamaları
- Video-on-demand
- Fiber To The Home

Tablo 2. Optik Fiber Kablo İle Metal Telli Sistemlerin Karşılaştırılması

Temel Özellikler	Optik Fiber Kablolu Sistem	Metal Telli Kablolu Sistem
İletim Kayıbı	Düşük: 0.3-6 (dB/km)	Yüksek: 18 dB/km (60 Mhz)
İletilen işaret Band Genişliği	Geniş: 1Ghz'den fazla (tek modlu)	Dar: 100-200 Mhz
Mekanik Özellik	İnce: 0.125mm-çap Hafif: 40km/1kg	Kalın: 9.5mm-çap Ağır:0.7km/1kg
Kablonun Ana Maddesi	Silikon: Çok fazla kaynak	Bakır: Sınırlı kaynak
Gücün Yarıya Düştüğü Mesafe	Yüksek: 10 km	250 m: Çift telli 1000 m. Koaksiyel
İletim Kalitesi ve Sıklığı	EM Girişimi ve diyafoni yok. Dışardan dinlenmez.	Güç hatlarından etkilenir.Diyafoni engellenemez. Dışardan kolay dinlenir.



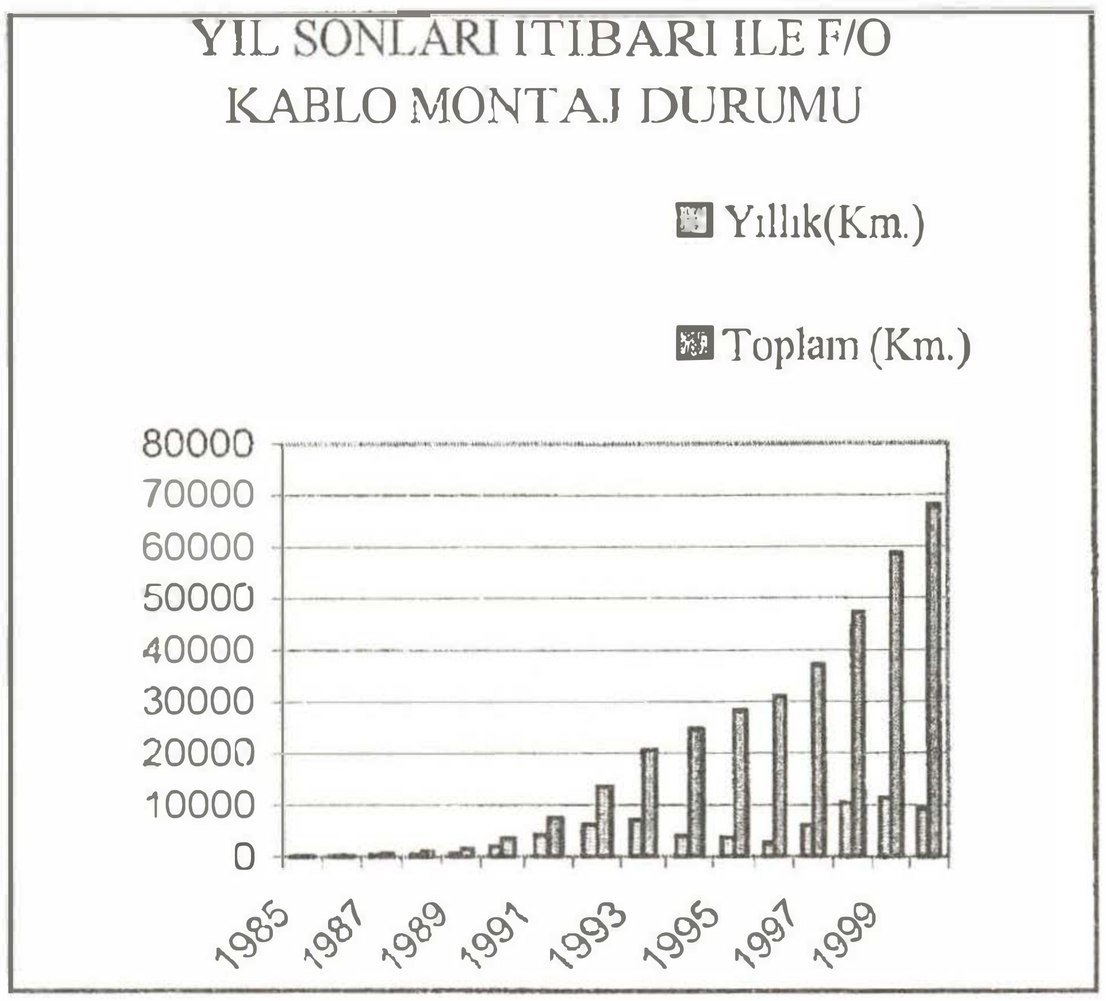
Şekil 6. Optik Fiber Kablonun Kullanım Alanları

IV. TÜRKİYE'DE OPTİK FİBER KABLO KULLANIMI

IV.1. Türkiye'de Optik Fiber Kablo Altyapısı

Türkiye genelinde bugüne kadar 75.000 Km fiber optik kablo tesis edilmiştir. 2005 yılı sonuna kadar fiber optik kablo tesisinin 100.000 Km'ye ulaşması planlanmaktadır. Türkiye genelinde santraller arası bağlantının % 80'i fiber optik kablo ile yapılmıştır. Fiber optik kabloların % 80'i havai, % 20'si yeraltı olarak tesis edilmiştir. Botaş ve Teaş güzergahlarında bu kurumlarla ortaklaşa fiber optik kablo tesis edilmektedir [7].

Tablo 3. Yıllara Göre Optik Fiber Kablo Montaj Durumu



IV.2. Optik Fiber Kabloların Teknik Özellikleri

Türkiye'de kullanılan fiber optik kablolar 1310 ve 1550 nm dalga boyunda çalışmaktadır. Fiber optik kablolar tek modlu (single mode) olup kilometrik kayıpları 1310 nm dalgaboyunda ortalama 0,36 db/km, 1550 nm dalga boyunda 0,22 db/km dir. Km kayıpları yüksek olması

nedeniyle altyapımızda çok modlu (multimode) fiber optik kablo kullanılmamaktadır. 4-144 fiber arasında muhtelif kapasitede fiber optik kablolarımız tesis edilmiştir. Tablo 3 Türkiye'deki optik fiber kablo alt yapısının yıllara göre montaj durumunu göstermektedir.

V. SONUÇLAR

Endüstrinin gelişimine bakıldığında bilgi çağının 1985'te başladığını ve 1995 yılından itibaren hızının yavaşladığını söylemek yanlış olmaz. Artık yeni bir çağda, iletişim çağında hızla ilerliyoruz. Bu çağın en önemli karakteri bilgiye ulaşmanın ve bilginin dağıtımının yeni iletişim araçlarıyla yapılması. İnsanların internetti kullanmaya başlaması ve bu konudaki talebin çok hızlı artması, ulusal iletişim alt yapısının tekrar gözden geçirilmesine ve yenilenmesine neden olmuştur.

Bu çağa ulusal bazda ayak uydurmanın en önemli kriteri ise ülkedeki iletişim trafiğinin büyüklüğü. İletişimi arttırmanın ve çağa ayak uydurmanın yolu da alt yapının yeterince iyi olmasıdır. Dolayısıyla fiber teknolojilerinin ülkemizde yoğun olarak kullanılması ve bu teknolojinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Bilgi çağında insanlar daha çok tek yönlü, etkileşimsiz olarak bilgiye ulaşmanın yolunu aramışlardır. Artık fiber optik ile hızla gelişen iletişim teknolojisinde insanlar bilgiye ulaşmada ve diğerleri ile iletişimde çift yönlü ve etkileşimli araçlar kullanıyorlar.

Fiber optik kablolar ülkemizle birlikte artık tüm ülkelerde hızla bakır kabloların ve diğer iletişim araçlarının yerini almaya başlamıştır. Ses, veri ve görüntü iletimindeki yüksek hız kalitesi fiber optiği cazip kılan en önemli unsurdur. Bir tek optik konuşma hattında tüm dünyayı birbirine bağlamak için teorik potansiyel mevcuttur. Bu nedenle fiber optik kablo Türkiye'de de dünyada olduğu gibi üretim ve kullanım açısından yolunu hızla kat etmektedir. Gelecekte de bu teknolojinin daha da gelişeceği ve daha birçok alanda kullanımının yaygınlaşacağı görülmektedir.

KAYNAKLAR

1 YARANGÜMELİ, S., " Optik Fiber Kablolar Eğitim Notları", STFA Enerkom, 1990.
2 ÇANKAYA, S., "Optik İletim Kuramı", Türk Telekom Genel Müd. MGB, 1993.
3 TÜYSÜZOĞLU, S., "Optik Transmisyonda Yeni Uygulamalar", Türk Telekom Genel Müd. MGB. ARGE Bülteni, 57-64, 1995.
4 SALMAN, S., "Optik Fiberlerde Zayıflama ve Kayıplar", SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, Temmuz 1995.
5 Bilim ve Teknik Dergisi, Tübitak, Aralık 2000.
6 http://www.ii.metu.edu.tr
7 http://www.ttnet.net.tr
8 http://www.fotech.com.tr