

OPTİK FİBER

Optik Fiber teknolojisindeki son gelişmeler bize çok büyük miktarlarda bilginin, ışık ışınları üzerinde, tek bir fiber boyunca gönderilebileceğini göstermektedir. Değişik ışık renklerini harmanlayarak yüzbinlerce telefon konuşması veya yüzlerce TV kanalı aynı anda tek bir cam fiber boyunca yol alabilir. Sinyalleri almak ve aktarmak için en yeni teknik olan fiber optik, 10 milyon telefon konuşması veya 10 bin TV kanalının bir fiber üzerinde hareket etmesine izin vermektedir. Yoğun tarama adı verilen bu iletişim metodu, bir gün 4 saatlik bir televizyon dizisinin evinize bir saniyede gelmesini sağlayabilir.

HABERLEŞMEDE YENİ BİR DÖNÜM NOKTASI

- Amerika Kıtasını kateden, yakında Atlantik ve Pasifik'i de içine almak üzere gidecek büyüyen optik fiber şebekesi, video, telefon ve bilgi iletişimde bir devrim olarak değerlendirilebilir. Teknolojik gelişmeler, fiberlerden aktarılmakta olan veri miktarını artırarak, yeni kablolar döşeme gereksinimini ve maliyetini ortadan kaldırmaktadır. Halen telefon konuşmalarını taşımakta olan bu saç inceliğindeki cam teller, bir gün sinema, müzik ve bilgisayar verilerini evinize taşıyabilirler.

Arthur J. ZUCKERMAN

Önümde 3 kat yükseklikte, küçültülmüş uzay roketi gibi bir yapı duruyordu. Üzerinde "Pioneer 1" yazılı olması, görüntüyü daha da etkileyici bir hale getiriyordu.

Fakat bu yapı Cape Canaveral'in fırlatma rampasında değil, Amerikan Telefon ve Telgraf Birliği Bell Laboratuvarları'nın Muray Hill kompleksindeki bir binadaydı. Bu kulemsi yapı, ışık ışınları üzerin-

de, telefon, veri ve video bilgilerini taşıyan optik cam fiberleri yapmak için kullanılmaktaydı.

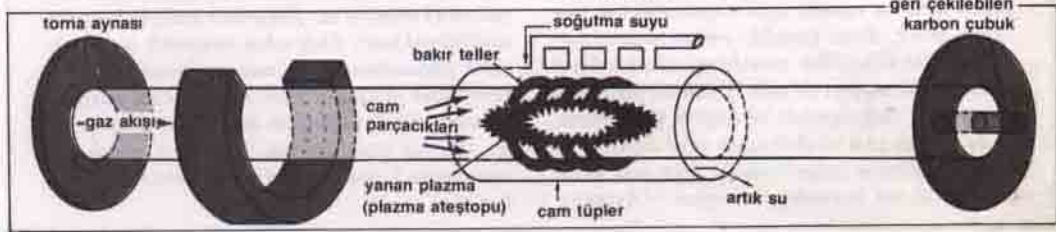
Bell Laboratuvarları'nda cam araştırma ve geliştirme çalışmalarını yönlendiren Suzanne Nagel, fiberleri, beyaz-sıcak cam çubuklardan karamela gibi çeken, kule dibindeki düzeltme aletini ve makarayı göstererek, bunlarla cam fiberin ne kadar hızlı çekilebileceğini denediklerini, kulenin böylesine yüksek olmasının nedeninin, çekme hızıyla mesafenin doğru orantılı olarak artması olduğunu açıklıyordu.

Son yıllarda, geliştirilmiş optik fiberler AT ve T firması tarafından yapılmaktadır. Coming Glass Work ve diğer firmalar da, çalışmalarını fiber şebekesinin geliştirilmesi için harcamaktadırlar. AT ve T ve diğer haberleşme firmaları, uzun mesafeli hatlarda, çalışmalarını bakır tellerden optik fiberlere çevirmektedirler. Yakında Atlantik'i ve Pasifik'i baştan başa geçen yeraltı kablolarında bakır yerine cam fiberler kullanılmaya başlanacaktır. Optik fiberler şimdilerde, uydular aracılığıyla bilgi nakillerinde ve diğer mikro-dalga yayınlarında kullanılmaktadır.

Japonya, Avrupa, Amerika veya başka herhangi bir yerde, bilgilerin evlerimize direkt olarak aktarılmasında çift kablo sistemi kullanılmakta, bu sistem evlerimize, telefon, kablolu-TV servisi, tele-banka, video-alışveriş merkezleri olarak ulaşmaktadır. Belki bir gün kablolu iletişim hizmetleri aracılığıyla iste-



Cam tüpler, optik fiberleri oluşturmak için AT ve T'de başlangıç noktasıdır. Tüpün içinden akan gazlar, oksijen-hidrojen ısıtıcısı ile ısıtılır ve cam parçacıklar oluşur. Ayrılmış gaz plazmaları, geçici olarak sokulan karbon çubuklar kullanılarak tüpün merkezinde oluşturulur. Daha sonra çubuklar ve beraberindeki gazlar bakır tellerde oluşturulan radyo-frekans enerjisiyle ısıtılır. Çok daha enerjik olan plazma molekülleri cam parçacıkları ile çarpışırlar ve onları tüpün iç duvarlarına doğru iterler. Sonunda cam tabakaları oluştuğunda tüp ısıtılır. Cam tabakaları katı çubuğu kaplar. Buna preform (önhal) denir. Bell Laboratuvarı araştırmacıları Suzanne Nagel ve meslektaşları daha yavaş izlenebilen bir preform oluşturmak için çalışmaktadırlar.



diğiniz müzik ya da video yayınlarını evinizdeki kaydediciye anında satın alabileceksiniz.

Bu devrimi etkileyen ilerlemeler şunlardır:

Süper Saydam Camlar: Üretimdeki gelişmeler sonucunda, oldukça saydam fiberler üretilebilmektedir. Sinyaller çoğu kez lazer ışın patlaması olarak hızla fiberlerden akmakta ve besleyici pahalı amplifikatörlere ihtiyaç duyulmaksızın onlarca mil öteye iletebilmektedir. İkkel telefon kabloları ise elektrik sinyallerini taşıran, her birkaç milde bir amplifikatöre ihtiyaç duymaktadır.

Geliştirilmiş Lazerler: Yüzlerce konuşma yapılabilen önceki ışık kaynakları ile karşılaştıracak olursak, yeni yarı-iletken lazerlerle, bir tek optik fiber üzerinden, yüzlerce değil binlerce telefon konuşmasının çok hızlı bir şekilde iletebilmekte ve kontrol edilebilmekte olduğunu görürüz. Bu fiber ağı hızlı la-

zerlerin kullanılmasıyla çok daha fazla miktarda bilgi iletişimini sağlamaktadır. Ayrıca ek kablo sistemlerini kurma maliyetinin çok yüksek olduğu da göz-önüne alınmalıdır.

Süper-Kapasiteli Şebekeler: Sinyalleri fiberler içinde aktarmak için denenen teknikler, bilgi iletişim sistemlerinin kapasitelerini çok yüksek oranlara çıkarmaktadır (Günümüzden 1000 kat daha fazla). Bu laboratuvar sistemlerinde, uzun liflerden geçen zayıflamış ışık sinyallerini kuvvetlendirici lazer eklemeli alıcılar ve kusursuz ışık frekansları kullanılmaktadır.

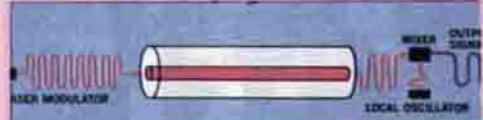
1980'lerin ilk yarısında fiber talebi, yeni haberleşme firmalarının, uluslararası pazarda pay kapabilmek amacıyla AT ve T ile rekabete girmesinden sonra artmıştır. Örneğin, geçen yıl U.S. Sprint Communications firması planlanan optik fiber şebekesinin üçte biri olan 6500 millik mesafeyi tamamlarken, AT ve T firması 5200 millik kısmı tamamlamıştır. Fa-

Atlantiği geçen ilk fiber sistemi 1988'de TAT-8 bir çift kablo ile Amerika ve İngiltere'yi bir diğer kablo çifti ile de Amerika ve Fransa'yı bağlayacaktır. Çekme ve uzama için yedek bir fiber de vardır. 1989'da hazır olacak olan Transpasifik kablosu Amerika'ya, Hawai'i, Guam ve Japonya'ya bağlayacaktır.



SÜPER KAPASİTE YOĞUN TARAMA

Optik fiberin sinyal iletiminde kullanılması sağlanan diğer bir metod da yoğun taramadır. Bu yöntemle oldukça yüksek sayıdaki sinyalin iletilmesi mümkündür. Adından da anlaşılacağı gibi, bu teknik onbinlerce TV kanalını tek bir fiyere taşıyabilecek kapasiteye sahiptir. Daha önceki yöntemlerle kıyaslanacak olursa, bu çok yüksek bir potansiyeldir. Daha önce tanımladığımız doğrudan tarama metodlarında, ışık kaynağı genellikle dijital sinyal ile tetiklenir ve yönlendirilir. Fiberin diğer ucunda bulunan bir alıcı bu sinyalleri tarar ve eşdeğer açık-kapalı elektrik sinyalleri üretir. Buna karşılık, yoğun tarama metodunda bir lazer, fiber aracılığıyla sürekli sinyal gönderir. Bu taşıyıcı sinyalin, frekansı, şiddeti ya da fazı, TV kanallarında ve telefon konuşmalarında olduğu gibi modüle edilir veya değiştirilir. Alıcıda iletinin dalgaboyunda veya ona yakın bir osilatör ışık kaynağı gelen sinyal ile karıştırılır.



lir. Peşinden alıcıdaki devreler, taşıyıcıdan gelen sinyali tarar ve elektronik sinyale çevirir. Bu teknik radyo için kullanılan "süperheterodyne" teknikleri ile benzerdir. Fakat bu sistemin kullanılması lazerlerden mükemmel ışık dalgaboylarının elde edilmesini sağlayacak yeni tekniklerin kullanılmasına bağlıdır, yoğun taramada alıcı elektronik tonlama üzerine kurulduğundan, büyük kapasite artışı sağlanır. Bununla, lazer taşıyıcı sinyalindeki oldukça dar frekanslar kolaylıkla ayırdedilebilmektedir. Doğrudan taramada ise, geniş optik frekansların taranması gerekmektedir. Ayrıca yoğun tarama alıcıları daha yüksek duyarlılıktadır. Bu ek duyarlılık Bell laboratuvarlarında 102 mil uzunluğunda bir fiberin içinde saniye başına 2 gigabit sinyal gönderilebilmesini sağlamıştır.

kat son zamanlarda, fiber kablolarla olan talep, bunların iletişim kapasitelerinin çok yüksek olmasından dolayı dengeye ulaşmıştır. Ayrıca, yerel telefon şebekelerinde umulan miktarda kullanılamaması da, optik kablolarla olan talebin dengeye ulaşmasına yardımcı olmuştur.

Bu kil inceliğindeki cam tellerin üretimi süper temiz fabrikalara ve süper saf hammaddelere ihtiyaç göstermektedir. Wilmington'daki yeni geliştirilmiş fiber fabrikasında üretim alanına girmek isterseniz, önce beyaz bir kot giymek zorundasınız. Çünkü ufak temizleme makineleri sizin yüzünüzden kirlenebilir. Hammaddeler milyarlık bir hassasiyetle kontrol edilir.

Optik fiberleri yaparken, merkez çekirdeği oluşturmak için farklı optik özelliklere sahip iki cam birleştirilir ve bunların etrafı ışığı yansıtacak şekilde kaplanır. Corning firmasında fiberlerin yapımına, bir tonaya döner durumdaki cam çubukların yerleştirilmesi başlanır. Buradan silikon ve germanyum içeren süper saf gazlar, bir ısıtıcının desteğinden de geçirilerek püskürtülür ve çubuk beyaz, ince bir cam tabakasıyla kaplanır. Germanyum buhar akışı kesildiğinde dışta mat bir cam tabakası oluşmuştur. Cam, silindir bir fırında ileri derecede saydam cam üretmek için pişirilir ve lifler bu camdan çekilir. Bu cam lifler, içinden ışığı şiddeti yarıya düşmeden 14 mil geçirecek kadar safır. Işığın yoğunluğunun yarıya düşmesi, yüksek kalitedeki optik camlar için yaklaşık 3 metre iken, pencere camında bu mesafe 2.5 cm'dir. Corning firması haberleşme için uygun ilk fiberi 1970'li yıllarda üretmiştir.

Önde gelen fiber üreticilerinden AT ve T, çeşitli denenmiş üretim teknikleri kullanır. Bell Labora-

tuvan'daki araştırmacılar, "dopant" denilen, fiberlere eklenen ve çubuğun kırılma indeksini artıran kiretlicinin oranını düşürerek, az kayıplı fiberler yapma yollarını araştırmaktadırlar. Negal, bu konuda şunları söylemektedir: "Biz çekirdeğin etrafını uygun miktarda florin sürülmüş camla kaplayarak dopant miktarını minimuma indirmeye çalışıyoruz. Bizim yeni fiberimiz 200 km uzaktan gözükten ışık sinyali, öncekilerden 10 kat daha kuvvetlidir".

Bell ve diğer laboratuvarlardaki araştırmacılar florid ve silis içermeyen camlara dayanan, süper düşük kayıplı fiberler geliştirmektedirler. Washington'daki Naval Araştırma Laboratuvarı yeni bir florid cam geliştirdiklerini ve bunun bir gün amplifikatörlere ihtiyaç göstermeden sinyalleri binlerce mil öteye iletilebileceğini ileri sürmektedirler.

Fakat, iyi bir verim almak, yani iletken lazerleri geliştirmeye bağlıdır. Uzun ışık dalgaları çok daha az bir kayıpla fiberlerden geçmekte ve silis içermeyen süper düşük kayıplı fiberler için 4 mikronluk dalga boyları kullanılabilir. Halbuki bundan önceki telefon şebekelerinde kullanılan fiberlerdeki 0.82 mikron dalgaboyu civarındaki lazerler, her 5 milde bir amplifikatörün kullanılmasını gerektirmektedir. Tek modlu fiber sistemlerinde 1.3 mikron dalgaboyunda yakın-kızılötesi ışınlar kullanılmakta ve bu da amplifikatör kullanım uzaklığını 20 mile ya da daha fazlaya çıkarmaktadır. Işık zayıflaması 1,5 mikronda daha az olmakta, en yeni fiber ve lazerlerde bu mesafe 90 mile kadar ulaşmaktadır.

Sonuçta, lazerlerin dalga boylarını artırmak ve zayıflamayı minimuma düşürmek için araştırmacılar daha çok veriye ihtiyaç duymaktadırlar. Bazı optik

FOTOĞRAFIN DÜŞÜNDÜRDÜKLERİ

Geçen sayıda düşünmenize sunduğumuz küçük resim bitkilerin üzerlerinde çok sayıda bulunan ve havadan karbondioksit almalarını sağlayan delikçiklerden birisinin büyütülmüş görüntüsüdür.

Yanda gördüğünüz ve ilk bakışta buğday tanelerine benzeyen ancak rengarenk olduğu için sizleri düşündürceğini sandığımız resmi sunuyoruz.



fiber telefon sistemlerinde kullanılan yarı-iletken lazerler 1.7 gigabit/saniye (1 gigabit = 1 milyar bit) kuvvetinde dijital sinyaller vermektedir. Daha hızlı lazer denemeleri ise laboratuvarlarda yapılmaktadır.

Halen laboratuvar çalışmaları ile sınırlı kalan diğer bir yaklaşım da, lazeri direkt olarak meydana getirmek yerine, aynı bir cihaz tarafından yayılan devamlı bir ışık dalgası meydana getirilmesini sağlamaktır. Bell Laboratuvarı'nda ışık-dalga sistemleri ve servis planlama şefi olan Phil Rubin, devamlı bir dalga meydana getirmenin "lityum neobat" adı verilen bir maddenin kullanılması ile mümkün olacağını söylemektedir. Bu maddenin kırılma indeksi voltajla birlikte değişir. Bir optik kontrol cihazı, ışına kılavuzluk eden lityum neobat üzerine, titanyum elektrik bağlantıları yayarak yapılır. Eğer lityum neobatin üzerine bir elektrik sinyali gönderecek olursanız, gönderim dizileriyle birlikte onun kırılma indeksini değiştirirsiniz. Bu da ışık dalgasını kendi yönünden bir fiberin içine saptırır ve netice olarak istediğiniz sinyalleri elde edersiniz.

Geçen yıl Bell Laboratuvarı'ndaki araştırmacılar deneysel bir lityum-neobat anahtarı kullanarak, devamlı bir lazer ışını meydana getirmiş ve 42 mil-den uzun bir fiber içinden saniyede 8 gigabit sinyal göndermişlerdir.

Laboratuvardaki araştırmacılar, bu yüksek hızlarda, veri akımını elde etmek için bir sinyal jeneratörü kullanabilirler. Fakat telefon sistemleri için mühendisler "multiplexing" adı verilen bir tekniği, binlerce telefon konuşmasını bir tek sayısal sinyalin içinde birleştirmek için kullanırlar. "Sayısal birleştirmeyi, dışları birbirine geçebilecek kadar ayrıntı bir çift taraflı olarak düşünün. İşte telefon sistemlerinde standart hız olan 45 megabitte (saniyede 100 milyon bit) çalışan bir bit akım", diyor Rubin ve parmaklarını ay-

rarak devam ediyor: "Ve işte bir başka 45 megabit akımı. Eğer siz bu ikisini alırsanız ve biraraya getirerek birbirine geçirirseniz, orijinal bit hızının 2 katı hızla çalışan bileşik bir akım elde edersiniz ve 1.7 gigabite ulaşınca kadar istediğiniz sayıda akımı içiçe geçirebilirsiniz."

Bell Laboratuvarı'nda test edilmiş olan bir başka birleştirme yöntemi, az farklı dalga boyları veya renkleri alan lazerleri kullanmaktır. Bir deneyde dalga boyları sadece 0.00135 mikron değişen 10 lazer birleştirilmiş ve bir fiberden gönderilmiştir. "Işıklar, renkleri bir ışık akımı içinde birleştirmek için, bir kırınım ızgarasına hedeflenir," diyor John Hegarty açıklıyor: "Alıcı uçta, aynı tipten bir ızgara, akımı tekrar 10 renge ayırır".

1.7 gigabit/saniyelik fiber sistemleri ülkeyi baştan başa geçerken, buna zıt olarak ilk transatlantik fiber gelecek yıl ve transpasifik sistem 1989'da sadece 296 megabitte çalışmaya başlayacaktır. Bell Laboratuvarı'ndaki uzmanlar bu rakamla başlamayı, sistemlerin güvenilirliğinin garantilenebilmesi için gerekli görmektelerdir. 296 megabitlik hıza karşın, Atlantik kablosu yine de iki kablodan herbirinde 37.800 telefon konuşması yapmaya imkân sağlamaktadır (AT ve T en son yaptığı kabloları, güçlendiricilerindeki akım kuvvetlenmesiyle oluşan elektrik alanlarının, köpek balıklarının cezbetmesine karşı koymak için gömmek veya korumak zorunda kalmıştır).

Optik fiberlerin bizlere sunduğu en önemli hizmet, inanılmaz derecede yüksek kapasiteleridir. Fakat başka faydaları da vardır. Elektrik sinyalleri fiber iletişimi için ışık dalgalarına çevrildiğinden, dinlenmesine imkân yoktur. Fiberler aynı şekilde elektrik ve radyo parazitlerine karşı da duyarsızdır.

Popular Science'den çev.: Ümit KAYRAK