

Bilim ve Teknik Kulübü

G ü l g ü n A k b a b a

Çanakkale muhabirimiz Arif Solmaz, "Türkiye'nin Meteor ve Meteorit Çarpma Kraterleri Envanteri" adlı, TÜBİTAK destekli projeyi yöneten, Prof. Dr. Mehmet Emin Özel'den meteorolr konusunda hem ülkemizi hem de dünyada yaşayan herkesi ilgilendiren oldukça önemli bilgiler aldı.



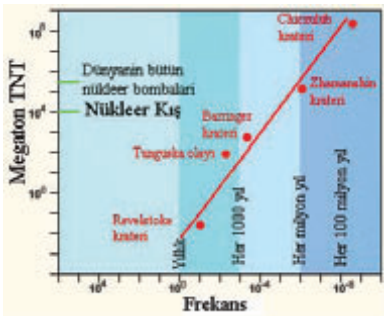
HERKES METEORLARIN PEŞİNDE

BTK: Meteor arama çalışmalarının önemi ne?

M.E.ÖZEL: Amerikan Havaçılık ve Uzay İdaresi (NASA) ve çeşitli ülkelerden bir grup astronom "Yere Yakın Gökcisimleri" (Near Earth Objects - NEO) denilen meteor ve kuyruklu yıldızların Dünya'yla çarpışma olasılıklarının hesaplanması ve yörüngelerinin hassas olarak belirlenmesi konularında ciddi çalışmalar yürütmekte. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Astrofizik Araştırma Merkezi de, Prof. Osman Demircan yöneticiliğinde bir projeye bu çabalara katkıda bulunmakta. Çünkü, büyük zarara yol açabilecek bir meteorun Dünya'mıza çarpma olasılığı gerçekten var. Bu çalışmalara göre, çoğunluğu çok küçük (mikrometrelerin milyonda biri) boyutlarda olmak üzere, Dünya atmosferine her gün yaklaşık 4 milyar meteorit girmekte. Bu maddenin ağırlık olarak tutarı binlerce kilogramı bulmakta. Bunların birçoğu atmosferde yanarak asla yeryüzüne ulaşamaz. Yalnızca boyut olarak oldukça büyük ve içeriği yoğun olan taşıl ve metal içerikli meteoritler yere kadar ulaşabilirler ve bunlardan da çok azı çarpma krateri oluşturabilir. Yeryüzüne ulaşabilen küçük boyuttaki meteorolr, herhangi büyük bir zarara neden olmaz; hatta bulunabilen kalıntı ve parçalar Güneş Sistemimizin oluşumuyla ilgili bilgiler taşıdığından, bilimsel bilgi açısından çok değerli. O kadar ki, Güneş'in ve gezegenlerin doğuşu hatta önceki dönemin belki de tek güvenilir bilgi kaynağı yere ulaşan bu meteoritler.

BTK: Meteorolr için herhangi bir çarpışma tarihi vermek ne kadar doğru sizce?

M.E.ÖZEL: Bilinen meteor çarpma kraterleri ve tahmini yaşları temelinde hazırlanmış olan aşağıdaki çizim, Dünyamızda, geçmişte hangi sıklıkta ve ne şiddette meteor çarpması olayı gerçekleştiğini özetlemekte. Dik eksen meteoridin kinetik enerjisi milyon ton dinamitin eşdeğeri cinsinden verilirken, yatay eksen, temel alınan kraterlerin hesaplanan yaşları, yıl başına düşen meteor sayısına çevrilmiş olarak (sayı, n/yıl) verilmiş. Yalnız şunu unutmamalıyız: Olasılık içeren olaylarda geçmiş ne yazık ki iyi bir gösterge olmayabilir. Bu konuda sürekli ve giderek yoğunla-



Bu grafik, meteor çarpması olayı sıklığına karşılık şiddetini göstermektedir.



şan gözlemler ve hesaplamalar yapılmasına rağmen, gerçekten de Dünya'nın şiddetli bir çarpışmaya tam olarak ne zaman maruz kalacağını bilmiyoruz. Bilimcilerin, bu konuya daha yakından eğilmelerinin temelinde de bilgi edinme arzusu kadar, bu yatıyor.

BTK: Türkiye'deki meteor krateri bulma çalışmalarından söz eder misiniz?

M.E.ÖZEL: Güneş Sistemi'nin oluşumu ve hatta insanlık tarihinde bu derece önemli olan meteorolr ve onların oluşturduğu çarpma kraterini bulma ve inceleme çalışmaları Dünya'da uzunca bir geçmişe sahip olmasına karşılık ülkemizde çok az ele alınmış bir konu. Bu konudaki çalışmalar 1970'li yıllarda Ege Üniversitesi'nde, Prof. Abdullah Kızılırmak tarafından başlatılmış, 1990'lı yıllarda Çukurova Üniversitesi Uzay Araştırma Merkezi'nde (UZAYMER) bulunduğum dönemde de Araştırma Fonu Projesi'yle devam etmiş. Diğer bir akademik çalışma olarak, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Uzay Bilimleri ve Ege Üniversitesi Astronomi Bölümü birlikteliğinde bir tez çalışması tamamlanmış.

Son dönemdeyse, 2004 yılında Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ), Fizik Bölümü'nde oluşturduğumuz "Meteorit Çalışma Grubu" proje hazırlıklarını tamamlayarak önerisini TÜBİTAK'a sundu. Grup olarak şu anda yürütmekte olduğumuz "Türkiye'nin Meteor ve Meteorit Çarpma Kraterleri Envanteri" adlı, TÜBİTAK destekli bu projede, uydularla uzaktan algılama teknikleriyle, uydu görüntüleri analiz edilerek ülkemizde bulunan büyük boy (10^{50} m'den büyük) çarpma kraterleri adayları belirlenmekte, bu adaylar yerinde incelenmekte. Ayrıca çeşitli kaynaklardan bize ulaşan meteorit ve meteor krateri bilgileri, olası meteorit/çarpma krateri olaylarının da yerinde incelenmesini sağlayacak. Elde edilen ya da edilecek göktaş örneklerinin analizleri ve tarihlendirilmesiyle kraterlere ait temel gözlemsel parametreler olan (çap, derinlik, morfoloji, malzeme kesiti, vb.) bilgilerin değerlendirilmesi bize Dünya'nın (Güneş Sistemi'nin) kozmik tarihi kadar, ülkemizin jeolojik, tarihsel, etnolojik ve diğer yönlerden daha yakından tanınmasına yardımcı olacak. Tarihsel kaynaklarda geçen meteor türü olayların incelenmesi de projenin yan amaçları arasında.

2 doktora öğrencisi (Özlem Kocahan ve Ebru Şengül) ve 1 öğretim üyesinden (Mehmet Emin Özel) oluşan ÇOMÜ, 'Meteor Kraterleri ve Envanteri Çalışma Grubu', bu proje kapsamında, 2005 yılı yaz aylarında Doğu ve Orta Anadolu'ya inceleme gezisi gerçekleştirdi. Doğubayazıt Meteor Çukuru (Ağrı), Darende Kartal Çukuru (Malatya) ve Develi Evren Çukuru (Kayseri) alanlarında ilk incelemelerini yapan grup, bu aday çarpma kraterinin yapısı konusunu incelemeye aldı.

BTK: Türkiye'ye Meteorit Çarpma Olasılığı?

M.E.ÖZEL: Bu olasılık basit bir hesapla bulunabilir. Şöyle ki: Dünya'nın toplam yüzey alanı 510 milyon km^2 'dir. Bunun %70'i (360 milyon km^2) sularla, geri kalan %30'u (150 milyon km^2) karalarla kaplıdır. Türkiye'nin yüz ölçümünün 780 bin km^2 olduğu kabul edilirse, 780 bin / 510 milyon yani, ülkemiz Dünya yüzeyinin binde 1,5'u (650'de 1'i) oranında. Meteorolrın genelde Ekvatorla 23 derece eğimli Dünya yörünge düzleminde (ekliptik'te) oldukları düşünülse bile, orta enlemlerdeki bir ülke olarak, rastgele bir meteorun Türkiye üzerinde bir noktaya çarpması olasılığını yaklaşık binde 1,5 ya da 650'de 1 ola-



rak alabiliriz. Böyle bir meteorun büyük alanlı ülkelere çarpması olasılığı yüksektir. Örneğin, Rusya'ya çarpma olasılığı 20/500, yani %4 (yani 25'te 1) civarında. Yani Türkiye'ye çarpma olasılığında yaklaşık 25 kere daha fazla Rusya'ya çarpma olasılığı. ABD'ye çarpma olasılığıysa, Rusya'nın yarısı, yani %2 (50'de 1) kadar.

2029'da Dünya'nın yakınından geçeceği ya da Dünya'ya çarpabileceği hesaplanan göktaşı için de bu olasılıklar geçerli. Ancak, unutulması gereken nokta şu: büyük boy (birkaç km boyutlarında) bir cismin Dünya'ya çarpmasının etkileri gerçekten tümüyle global olacak ve tüm Dünya'yı etkileyecek. Bu nedenle, global etkiler açısından taşın çarptığı yerin önemi pek yok.

BTK: Peki çalışmalarınız sırasında düşen bir meteor haberi aldınız mı?

M.E.ÖZEL: Halen yürütülmekte olan proje çerçevesinde basında çıkan 'alev topu' ve meteor haberleri üzerine ekibimiz, Didim civarında toplanan taşlardan ikisini, bulan vatandaşlarımızdan teslim alarak inceleme çalışmalarına başladı. İlk incelemelerde taşların yoğunluğunun 3,5 g/cm³ civarında olan meteoritlerin olasılıkla akondrit türü göktaşları olduğu düşünülüyor.



İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Mühendisliği Kulübü, her yıl düzenlemekte olduğu Yönetim Bilimleri Kongresi'nin 8.sini, 14-17 Mart tarihlerinde, Maçka yerleşkesinde bulunan Mustafa Kemal Amfisi'nde gerçekleştirdi. Kongre; 14 Mart akşamı yapılan çok yoğun bir katılımın olduğu açılış gecesinde Organizasyon Komitesi Başkanı Onur Turan'ın 56 kişilik bir öğrenci ekibi olan organizasyon komitesi adına yaptığı konuşmayla başladı. Kongreye mali destek veren şirket temsilcilerinin yönetim bilimleri ile ilgili yaptığı bilgi verici ve ilgi çekici konuşmalarla devam etti. Aralarda İTÜ Dans ve Cimlastik Kulübü'nün yaptığı dans şovlarıyla renklenerek, İşletme Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Ahmet F. Özek, İşletme Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Burç Ülençin'in konuşmalarından sonra açılış konuşmacılarından Tefken Holding Yönetim Kurulu Başkanı Nihat Gökyiğit'in hayattan örneklerle süslediği 'İş adamlarının ve Yöneticilerin Sosyal Sorumlulukları' konuşmasıyla devam etti. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Dr. Hilmi Güler'in yönetim bilimlerine mühendis gözlüğüyle bakmayı anlattığı konuşmasıyla sonlandı. Ardından gerçekleşen kokteyle hoş bir konuşma ortamı yaratıldı.

Kongre daha ilk gündən beri yoğun katılımı panelleriyle dinamik başladı. Neredeyse tüm kongre boyunca 600 kişilik amfinin tam kapasite kullanılması, hatta 723 katılımcıya kadar ulaşılıp öğrencilerin merdivenlere oturması İşletme Mühendisliği Kulübü'nün başarısını gösterdi.

Kongrenin panellerindeyse, ilk olarak İşletme Mühendisliği'nden Doç. Dr. Özgür Kayalica'nın başkanlığında yapılan, 'Foreign Direct Investment and Turkey' panelinde, yabancı yatırımlarla ilgili

konular tartışıldı ve öğrencilerin soruları yanıtlanarak onlara ışık tutulmaya çalışıldı. Proje yarışması finalistlerinden "İnsansız Sulama" da yeni teknolojiler anlatılırken, E-Ticaret: www.fikrimsende.com konulu proje de yeni fikirleri desteklemenin başka bir yolunu öneriyordu. 2 proje sunumu ve değerlendirmesi sonrası 'Kalkınmada Üretimin Yeri: Kalite ve Verimlilik' paneliyle üretim tartışıldı. Farklı bir teknolojinin ürünü olan 'Nanoteknolojik Dekoratif Cam' projesinin sunumundan sonra, yeni pazarlama tekniklerinde gelişmekte ve değişmekte olan pazarlama anlayışına yeni çözümler hakkında konuşuldu.

16 Mart'ta, katılımın gittikçe artan bir yapıyla gitmesiyle kongre hızını kaybetmeden devam etti. 'Risk Azaltıcı Teknikler ve Kullanılan Yeni Finansal Araçlar' sunumunda, finans alanında farklı çözümler hakkında bilgi verildi, öğrencilerin finans hakkında aklına takılan soruları yanıtlanırıldı ve ardından 5 proje finalistinin proje sunumlarıyla devam etti. Bir finalist 'Yatırım Fonlarının Risk Odaklı Performans Değerlendirmesi' ile Türkiye'de kullanılmayan bir finansman değerlendirme yolunu Türkiye piyasalarına uygularken, başka bir finalist 'Mobil Yakıt İstasyonu ve Yakıt Pompası Dizaynı' ile, yakıt istasyonlarına, bekleme süremizi hayatımızdan çıkarmayı planlayan bir sistemle alışveriş yaparken depomuzun otomatik bir şekilde dolmasını sağlamayı hedefliyordu. Başka bir finalist 'KEOS, Yenilenebilir Enerji Kaynakları' ile, son yıllarda aklımızı meşgul eden, enerji kaynakları sorununa bir çözüm önerisi getiriyordu. 'KORAKI - Kolay ve Rahat Kitap' ile, okumayı sevmeyenlerin ilgisini çekecek ve kitapseverlerin de hayatını kolaylaştıracak öneriler vardı. "Plasti-Fab

Bu panelin organizasyonunu yapan ve Türkiye'de yalnızca İstanbul Teknik Üniversitesi'nde bulunan İşletme Mühendisliği Bölümü öğrencilerinin kurduğu İşletme Mühendisliği Kulübü, geneli bölüm öğrencilerinden olmak üzere öğrencilerin bir araya gelerek organizasyonlar düzenlediği ve fikir paylaşımı sağlayan bir öğrenci topluluğu.

Inc. Clean - Aire Biosystem Business Plan" da çevre kirliliği için farklı bir düşünce ve iş planı getirdi. Proje sunumlarının arkasından, 'Başarılı Reklam ve Yaratıcılığın Yeri' ile, yaratıcı ve eğlenceli reklam dünyası ve başarılı olabilmek tartışıldı. Günün son paneli olan 'Türkiye'de İş Kurma Sanatı: Üniversite Öğrencileri için Fırsat ve Tehditler' konusu ele alınarak öğrencilerin kendi işlerini kurmalarının yararları ve riskleri konuşulurken, öğrenciler girişimci olmaya teşvik edildi.

16 Mart'ta, 'IT ve Yönetimde Kaldıraç Etkisi Yaratmak' paneliyle bilgi toplumunun yönetime etkisi tartışıldı. Daha sonraki 'Kariyerim, Geleceğim; Kim Sorumlu?'da İnsan Kaynakları konusunda işverenin olaydaki payı irdelendi. Adına uygun olarak farklı bir şekilde sazlı sözlü başlayan ve Mevlana'nın 700. yılını şiirlerle anıldığı 'İnovasyon ve Girişimcilik' paneli farklı bakış açıları getirdi. 'Türkiye'de Özelleştirme' ve 'Günümüz Gençliğinin Kendini Kısıtlaması ve Paralelinde Gelişemeyen Düşünce Özgürlüğü' panellerinde, daha sosyal konular ele alındı ve düşünceler paylaşıldı.

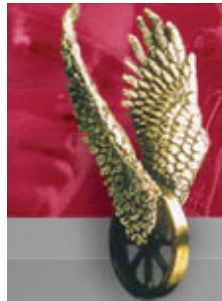
Kongrede 32 projenin katıldığı proje yarışmasının değerlendirmesi, İşletme Mühendisliği Bölümü öğretim görevlilerinden oluşan Bilim Kurulu, iş dünyasındaki yetkili kişilerden oluşan Sanayi Kurulu ve sunumları izleyen öğrencilerin notalarıyla gerçekleşti. İşletme Mühendisliği Kulübü'nün bir diğer amacı da bu projelerin hayata geçmesine yardımcı olabilmektir. Bunun için de proje yapan öğrencilerle projelerini değerlendiren Sanayi Kurulu üyeleri, kongre sonrasında ödül töreninde bir araya getirilerek bir adım atılmış oldu. 'KEOS, yenilenebilir enerji kaynakları' projesi birinci olup bir adet dizüstü bilgisayar ve Hollanda'ya eğitim gezisine hak kazanırken, 'Plasti-Fab Inc. Clean - Aire Biosystem Business Plan' ikinci, 'KORAKI-Kolay ve Rahat Kitap' üçüncü olarak birer dizüstü bilgisayar ödül kazandılar.

Bir öğrenci organizasyonuna göre çok profesyonel bulunan, arkasında 56 kişilik öğrenci ekibinin aylarca süren özveri ve uğraşını taşıyan kongre, eski çalışanları tarafından 8 yaşına basmış bir çocuğa benzetildi.

Helin Özüpeçke
İşletme Müh.Kulübü ve BTK İstanbul
Muhabiri

Teknoloji Ödülü Başvuruları Devam Ediyor

TÜBİTAK, TGV ve TÜSİAD tarafından, ulusal teknolojik birikimimize katkı sağlayan kuruluşları teşvik etme amacıyla oluşturulan Teknoloji Ödülleri'nin yedincisi için son başvuru tarihi 30 Nisan. Geçtiğimiz yıllardakinden farklı olarak, bu yıl ayrıca, gelecek vaat eden teknolojik faaliyetleri özendir-



mek ve kamuoyuna duyurmak adına "Nanoteknoloji, Biyoteknoloji ve Nanobiyoteknoloji Özel Ödülü" verilecek. Bu ödülle nanoteknoloji, biyoteknoloji ya da nanobiyoteknoloji alanlarında faaliyet gösteren ya da ulusal/uluslararası araştırma kurumları/üniversitelerle işbirliği halinde proje geliştirmiş/geliştirmekte olan firmalar, araştırma kurumları ya da

araştırmacılar başvurabilecek. Bir kuruma ya da üniversiteye mensup araştırmacılar şahsen ya da kurum adına başvurabilecekler. Ödüller, 11 Aralık'ta düzenlenecek 7. Teknoloji Kongresi'nin sonunda gerçekleştirilecek ödül töreninde sahipleri bulacak.

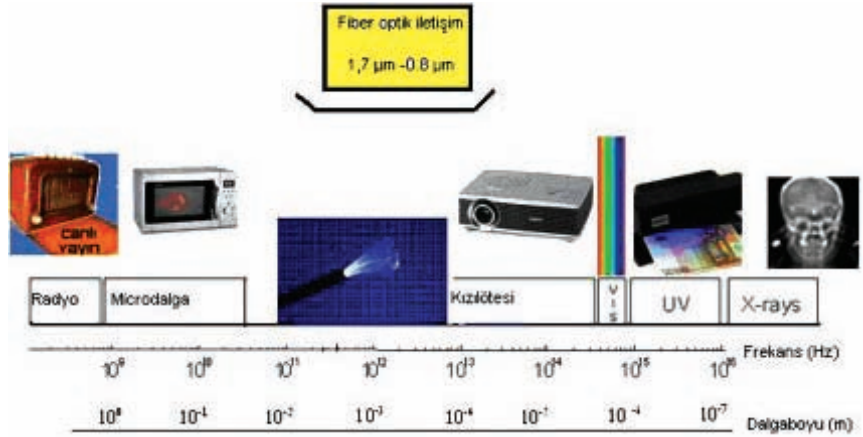
İlgilenenler için: Teknoloji Ödülü ve Teknoloji Kongresi Sekreteryası
TUSİAD Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği
Meşrutiyet Caddesi No: 46 Tepebaşı / İstanbul
Tel: (212) 249 19 29
Faks: (212) 249 13 50
e-posta: teknoloji@tdtu@teknoloji.org.tr
web:www.teknoloji.org.tr

Mustafa Güneş, İngiltere’de, Essex Üniversitesi Elektronik Sistemler Mühendisliği Bölümü’nde nanoteknoloji üzerine doktora yapıyor. Muhabirimiz fiber optik teknolojinin gelişim süreci ve geldiği noktaya ilgili bir çalışma hazırladı. Mustafa’nın konuyla ilgili bir de mesajı var. O, ülkemizin de mümkün olduğu kadar bu teknolojiye yararlanma hızını artırmasını ve teknolojiyle anılan bir ülke haline gelmesini tüm kalbimle diliyorum diyor.

GELİŞİM SÜRECİ, KULLANIM ALANLARI VE ÜSTÜNLÜKLERİYLE FİBER OPTİK İLETİŞİM

En genel anlamıyla iletişim, bilginin bir noktadan diğer bir noktaya taşınması olayı. Bu taşınma, insanların hayatını doğrudan etkileyen, onların yaşamının bir parçası olmuş temel bir gereksinim de. Bu gereksinim, insanlık tarihinin başlangıcından günümüze değin teknolojinin gelişmesine bağlı olarak kendisini farklı formatlarda gösterdi. İlk insanlar ateş yakarak, yüksek yerlere çıkıp bağırarak ya da çeşitli işaretlerle birbirleriyle iletişim kurmaya çalıştılar; ancak bu çaba ne yazık ki mesafeye ve doğa olaylarına yenik düştü. Çok uzun mesafelerde sesin bir noktadan diğer noktaya iletilmesi sağlanamadı; sis, yağmur ve kar gibi doğa olaylarına bağlı olarak ateş yakmak ve bunu uzaktaki bir mesafeye iletmek pek de sağlıklı sonuçlar vermedi. Sonrasında teknolojiye yapılan ataklar durumu değiştirdi. İletişimin tarihine söyle bir göz attığımızda teknolojik anlamda telgraftan sonraki ilk büyük buluş İskoçya asıllı, Amerikalı Profesör Alexander Graham Bell’in telefonu icadı oldu. Her bilimsel bulguda olduğu gibi, Bell’in icadının arkasında yatan neden, daha doğrusu sese ve sesin iletilmesine olan ilgisi, babasının yaşamını sağır ve körlere adanması ve onların yaşamını kolaylaştıracak hizmetlerde bulunmasına dayanır. Böylece Bell küçük yaşlardan itibaren, büyüdüğünde kendisinin işine çok yarayacak olan ses bilgisi hakkında epeyce bilgiye sahip oldu. Sağır öğrencilerle geçirdiği uzun zamanlar seslerin dünyasını kavramasında büyük rol oynadı. İkinci bir nedense Bell’in o yıllarda sağır bir kıza âşık olması. “Sağırlara nasıl yardımcı olabiliriz?” düşüncesi her zaman aklının bir köşesindeydi. 1876’da, her zaman kafasını meşgul eden sesleri yeniden üretme düşüncesinden yola çıkarak, eğer ses dalgalarını elektrik akımına dönüştürebilirse, o zaman elektrik akımını da devrenin öteki ucunda tekrar ses dalgalarına dönüştürebileceğini düşündü ve bunu diyafram adını verdiği oldukça ince bir aletle gerçekleştirdi. Bell’in icat ettiği ilk telefonda iletişim yalnızca 200 metrelik bir alanla sınırlıydı. Bu gelişmeler dört yıl sonra, Edison’un fonografı keşfiyle sürdü. Böylece gramafon ve plak teknolojisinde gelişmeler birbirini izledi.

1865’te, Maxwell’in ortaya koyduğu “Elektromanyetik Dalga Kuramı” o dönemlerde pek



Şekil-1 Elektromanyetik spektrumu göstermekte. Dikdörtgen kutu içerisinde alınıp, işaretlenen kısım fiber optik iletişiminde kullanılan ışık kaynaklarının dalga boyu aralığını gösterir. Fiber optik sistemler aktif olarak 1980’lerden sonra kullanılmaya başlandı ve kullanım oranı dünya çapında her geçen gün artmakta. Yalnızca İngiltere’de 1,3 µm de yürütülen network kullanım oranı %80 civarlarında.

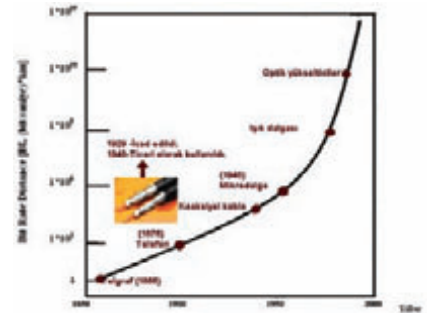
rağbet görmese de, bundan 23 yıl sonra Alman fizikçi Hertz’in, elektromanyetik dalgalarının varlığını deneysel olarak kanıtlamasıyla optik iletişimde yeni bir dönem başladı. Düşük frekanslı ve uzun dalga boylarındaki elektromanyetik dalgalar (radyo ve mikrodalga) uygun bilgi taşıyıcıları olarak atmosfer koşullarından etkilenmelerine rağmen 1920’lerden itibaren bilgi taşıyıcısı olarak sınırlı mesafeler arasında kullanılmaya başlandı. (İlk radyo yayını 1920.)

Fiber optik iletişim sistemleri temelde, bilgi taşıyıcısı olarak ışığın (elektromanyetik dalga taşıyıcılarının) kullanıldığı sistemlere verilen ad. Bilgi taşıma kapasitesi direkt olarak modüle edilmiş ışık sinyallerinin (modülasyon; bilgi taşıyan bitlerin, dalga formuna sokulup alıcının algılayabileceği dile çevrilmesidir. Bu yüzden fiber optik sistemlerde modülatör kullanma zorunluluğu vardır ve böylece digital bitler, sinyallere çevrilerek iletim kanallarına gönderilirler) dalga boyuna, bant genişliğine ve taşıyıcıların yüksek modülasyon frekanslarına bağlıdır. Şekil-1’de açıkça görülebileceği gibi radyo dalgaları (UHF ve VHF) ve mikrodalgalar düşük frekansa, uzun dalga boyuna ve dar bant aralığına sahip olduklarından bilginin uzak mesafelere taşınmasında yeterli olmazlar. Yine de televizyon, kamera ve bilgisayar sistemlerinde yaygın olarak kullanılırlar.

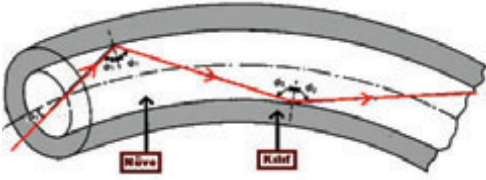
Optik iletişimde en büyük gelişmeler 1960’lı yıllarda yarı iletkenliğin anlaşılıp ortaya konulması sonucu, lazerlerin keşfiyle yeni bir boyut ve ivme kazandı. Bu aletler güçlü uyumlu (coherent), yüksek frekanslarda modüle edilebilme olasılığına sahip olması ve coherent olmasından kaynaklı, serbest uzayda çok fazla dağılım göstermemeleri nedeniyle optik iletişimde pratik olarak kullanılmakta. Fiber optik sistemler, bilgiyi bir noktadan diğer bir noktaya yaklaşık olarak 100 THz

(1THz = 10¹²Hz) frekansında taşırlar. Bu da elektromanyetik spektrumun görünür ya da kızıl ötesi civarlarına denk gelir. Şekil-2’de görüldüğü gibi; telefonun, telgraf yerine kullanılmasının sonucu olarak, veri iletim miktarı ve hızı yaklaşık olarak 1000 kat arttı. Daha büyük ve göze çarpan gelişmeler 1960’lardan sonra lazerlerin keşfine bağlı olarak optik dalgaların kullanılmasıyla daha uzak mesafelere, daha fazla bilginin düşük kayıplarla iletilmesini mümkün kıldı.

Peki, bu iletim ışık tarafından nasıl sağlanıyor? Neden lazer ışığı kullanılıyor, acaba aynı iletim kalitesini ve sürekliliğini bildiğimiz ışık kaynaklarıyla elde etmemiz mümkün mü? Işık kaynağını olarak kullanılacak lazerin dalga boyu ve çeşidi ne olmalı? Neden dikey oyuklu yüzeyden ışık yayan lazerler (VCSEL), ‘Fabry Perot’ lazerlere



Şekil-2 Bilgi iletim oranının (Bit rate*distance), yıllara göre nasıl şekillendiğini gösteriyor. Bit rate distance, kısaca BL ile ifade edilir ve saniyede ne kadar bilginin kaç kilometrelik bir alanda iletildiğinin ölçüsüdür. Burada B(bit/saniye), saniyede aktarılan bilgi, L(km) ise iletimin hangi uzaklığa kadar yapıldığının bir ölçüsüdür. Gelişmeler, son 20 yıllık periyotta oldukça hızlı bir şekilde meydana gelmiştir.



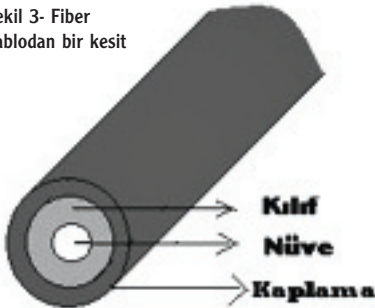
Şekil 4-Işığın fiber kabloda ilerlemesi

kıyasla daha kullanışlı ve bu ışık kablunun bir ucundan, diğer ucuna neden neredeyse yok denecek kadar az kayıplarla, çok uzak mesafelere ulaşıyor? Bunlar gibi birçok soru işareti son yirmi yıl içerisinde lazer teknolojisinde, doğal olarak iletişim sektöründeki gelişmeler sayesinde yanıt buldu. Fiber optiğin içerisinde olan olaylar, temelde bizim yüzyıllardan beri bildiğimiz optik yansıma kurallarına dayanmakta. Optik yansıma alanında ilgili ilk çalışma, daha doğrusu ışığın ortamlara göre nasıl bir yol izlediğini, hangi kritik açıda tam yansımanın başladığı gibi sorulara yanıt veren düşüncelerin temeli ilk kez, Arap matematikçi İbn Sahl tarafından 984 yılında Bağdat'ta ortaya konuldu. Sahl ışığın yinalarda nasıl odaklandığı üzerine çalışmalar yaptı. Bu yıllardan sonra ışık ve yansıması üzerine oldukça fazla çalışmalar yapıldı. Son olarak ışığın kırıcılık indisi (yoğunlukları) farklı iki ortam karşısında nasıl bir yol izlediği nasıl yansıdığı ya da kırıldığı ortaya koyan 'Matematiksel Snell' bağıntısı 16. yüzyılın sonlarına doğru Willebrord Van Roijen Snell (1580-1626) tarafından ortaya konuldu. Bu gelişmeler bugün bizim fiber optik iletişimde kullandığımız ışığın, fiber kablo içinde nasıl ilerlediğinin sorusunun yanıtını oldu. Doğru bilimlere açısından, ortaya konulan bir teorinin ya da düşüncenin başka olayların keşfini nasıl tetiklediğini göstermesi açısından da farklı bir yere sahip. 10. yüzyılda kanıtlanmış bir doğa olayı bundan 10 yüzyıl sonra, diğer bilimsel buluşlarla birlikte (lazer) karşımıza hayatımızı kolaylaştıracak bir avantaj olarak çıkıyor. Doğru bize çok fazla şey sunuyor ve emin olunması gereken bir konu da, doğada çözülmeye bekleyen daha milyonlarca belki de milyarlarca problemin olduğu.

Fiberler temelde cam, plastik kaplı silisyum ve plastik fiberler olarak günümüz teknolojisinde kullanılıyor. Plastik fiberler ışığı, cam fiberler kadar uzun mesafelere taşıyamadıklarından, daha çok kısa mesafeli iletişimlerde kullanılıyorlar. (örneğin bir şirkette katlar arasında iletişimin sağlanması gibi). Bu yüzden cam fiberler daha yaygın olarak kullanılıyor.

Fiberin yapısı kabaca Şekil-3'te gösterildiği gibi. Kaplama (optik bir özelliği yok yalnızca fiberi dış etkilerden korur), nüve ve kılıftan oluşur. Kılıf ve nüvenin her ikisi de saf camdan yapılıdır.

Şekil 3- Fiber kablodan bir kesit



Bu özellik, optik sinyallerin atmosfer tarafından daha doğrusu, atmosferde meydana gelen olaylar (sis, yağmur, kar, don) tarafından bozulmasını, zarar görmesini engeller.

Kablunun merkezinde olan nüve ile kılıfın kırıcılık indisleri birbirinden farklı olur. Kılıfın kırıcılık indisi, nüvenin kırıcılık indisinden daha küçük (%1 oranında) olduğu için ışık nüve içerisinde ilerlerken, kılıf tarafından tam yansımaya uğratılır ve böylece ışık nüve dışına çıkmadan yoluna zigzaglar çizerek devam eder. Esneklik, bu özelliğinden dolayı belirli bir noktaya kadar eğilebilir. Farklı modlar için farklı çap büyüklüklerine sahiptirler. (5-100µm)

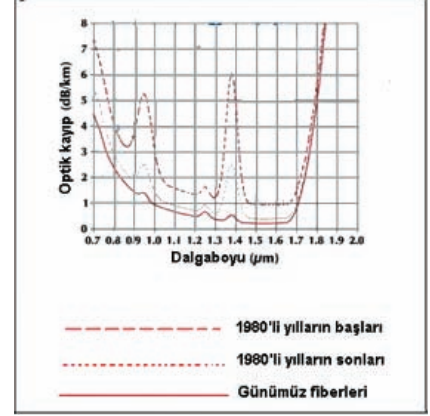
Dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, ışığın nüve içerisine gönderilmesi işlemidir. Işık öyle bir açıyla gönderilmelidir ki yalnızca nüve içerisine girmeli ve daha sonra kılıf yüzeyiyle tam yansıma yapabilmelidir. (Şekil-4). İşte bu açı değerine (θ1), yani ışığın sadece nüveye nüfuz ettirildiği açı değerine nümerik açıklık (NA) açısı diyoruz.

Kullanım Üstünlükleri

Fiber optik sistemlerin neden kullanışlı olduğunu daha iyi anlamak için şu karşılaştırmalar oldukça açıklayıcı olacak.

İletken malzemeleri oluşturan atomların en dış yörüngelerindeki değerlik elektronları, herhangi bir elektrik alanın uygulanması durumunda serbest hale geçip kolayca hareket edebilirler. Elektromanyetik teoriye göre, yüklerin ivmeli hareketi sonucu magnetik alan ve bunun sonucunda da kablolarda magnetik indüksiyon meydana gelir. Bu da, iletimde sinyallerin karışmasına, istenmeyen gürültü sinyallerinin doğmasına yol açar. İndüksiyon, kabloların bant genişliklerini sınırlandıran olumsuz bir etkidir ve fiber optiklerin geniş bant aralığında iletim gerçekleştirdikleri düşünülürse, bu olumsuz etki iletimde kayıpların meydana gelmesinin başlıca nedenleri arasında sayılır. Koaksiyel kablolarda (koaksiyel kablolar; iletilecek sinyali kablo boyunca taşıyan, 100 kHz ile 400 MHz frekans aralığında çalışan ve hâlâ günümüzde televizyon ve yerel ağ bağlantılarında kullanılan iki kere izole edilmiş bir çeşit bakır kablodur) kayıp yaklaşık olarak 1000 dB/Km'dir. Yani km başına, bin dB'lik bir kayıp meydana gelir. Bunun yanında günümüz fiber teknolojisinde bu oran 5 dB/Km'nin çok çok altına düşmüştür (yaklaşık 0,2 dB/Km). Bu düşüşün başlıca nedeni iletimde küçük dalga boylu ve yüksek frekanslı bilgi taşıyıcılarının kullanılmasıdır. (Örneğin, ışık kaynağı olarak katkılı yarı iletken lazerler veya fotodetektörler kullanılması).

Bir başka tartışmaya, lazerlerin hayat süreleriyle ilgili. 1975'li yıllarda Alüminyum Galyum Arsenid lazerlerin (AlGaAs) yakın infrared yaşam süresi 1000 ile 7000 saat arasındaydı. Bundan sonra dalga boyu 1,1 -1,6 µm bölgesinde yarı iletken ışık kaynakları kullanılarak (örneğin İndiyum Galyum Arsenid Fosfat (InGaAsP) gibi dörtlü alaşımlar) yarı iletkenlerin yaşam süreleri çeyrek asırdan (10 °C sıcaklık değerlerinde), bir yüzyıla kadar (70 °C sıcaklık değerlerinde) uzadı. Buna paralel olarak veri iletim hızı [BL (bilgi iletme oranı)] arttı ve günümüzde 1-3 km mertebelerine kadar ulaştı.



Şekil 5- Cam fiberlerde meydana gelen optik kayıpların dalga boyuna göre değişimi

Daha sonra, 1,5 µm dalga boylarında (örneğin, dikey oyuklu yüzeyden ışık salan lazerler) ışık kaynakları kullanılarak minimum kayıplarla iletişim sağlandı. Bunlara ek olarak, veri iletim mesafesini artırmak ve sinyalin daha uzak mesafelerde tekrar oluşturulmasını sağlamak için erbiyum katkılı fiber yükselteçler kullanılmaya başlandı. (1986), (ışık sinyali ilerlerken belirli mesafelerden sonra zayıflama gösterir ve bu noktada yükselteçler devreye girerek, sinyalin tekrar eski haline gelmesini sağlarlar).

Fiberler, metal kablolarla kıyaslandığında; daha geniş bir sıcaklık aralığında çalışma kapasitesine sahiptir. Kimyasal olaylardan etkilenmezler; bunun anlamı, döşendikleri yerlerde mevcut olan maddelerle tepkimeye girip deforme olma olasılıkları metallerle göre çok düşüktür. Ayrıca cam iletken olmadığı için kaçak (kivılcım), kısa devre, patlama ve yangın tehlikesi yaratmaz (izolasyon ve topraklama gerektirmez). Bunun dışında küçük ve hafif oluşu, onu daha cazip hale getiren diğer özelliklerdir. Bu özelliklerinden dolayı, insanların bu kablolarla çalışması daha kolay olmakta ve nakliye, depolama gibi ekstra maliyetler oldukça aşağılara çekilebilmekte. Havaçılık sanayisinin de vazgeçilmezler. Uçak iç donanımlarında kullanılmasıyla çok ağır ve yer kaplayan sistemler yerini fiber sistemlere bırakmış, bakım maliyetleri aşağı çekilmiş ve hafif olmasından kaynaklı olarak uçakların daha az yakıt harcamasına da olanak sağlandı, en önemlisi de dünyanın her yerinden uçakla kusursuz iletişimin sağlanabildi. Radarlar gibi yüksek hız gerektiren aygıtlarda da kullanım oranı çok yüksek. Işık, optik fiberlerden dışarıya herhangi bir ışık saçmaz, bu da sinyalin yüksek güvenilirlik içerisinde iletilmesine olanak tanır. Bu yüzden askeri uygulamalarda ve bankacılık sektöründe kullanımı dünya çapında oldukça yaygın. Kontrol edilmesi kolay. Herhangi bir şekilde bağlantı yapılabildiği bilgilerin elde edilmesi olanaksız Metal kablolarda çekilen kaçak hat gibi yasadışı faaliyetleri fiberlerde uygulamak mümkün değil. Sağlık sektörü de fiber teknolojilerinden yararlanmak adına büyük yatırımlar yapmakta. Özellikle kanserli hücrelerin yıkılması için yürütülen çalışmalar, yurt dışında uygulama aşamasına geldi. Bu saydıklarımız dışında trafik kontrol sistemlerinde, sinyalizasyon çalışmalarında ve kapalı devre televizyon sistemlerinde (CCTV), güvenliği sağlamak için fiber optik sistemler kullanılmaktadır.