T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN-EDEBİYAT FAKÜLTESİ

I. KIZILIRMAK FEN BİLİMLERİ KONGRESİ

14 - 16 MAYIS 1997

BİLDİRİ KİTABI

Kırıkkale 1997

CamScanner ile tarandı

Araş. Gör. Mehmet Özer



Kırıkkale Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi
I.Kızılırmak Fen Bilimleri Kongresi
14-16 Mayıs 1997, KIRIKKALE

FİZİK BİLDİRİLERİ

Kırıkkale - 1997

CamScanner ile tarandı

I.Kızılırmak Fen Bilimleri Kongresi
14-16 Mayıs 1997, KIRIKKALE

DÜZENLEYEN

Kırıkkale Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi

DESTEK VEREN KURULUŞLAR

Kırıkkale Valiliği-Kırıkkale İlini Kalkındırma ve Tanıtma Vakfı
Kırıkkale Belediye Başkanlığı
Kırıkkale Sanayi ve Ticaret Odası
Makina ve Kimya Endüstrisi Kurumu
TÜPRAŞ Kırıkkale Rafinerisi
Kırıkkale Üniversitesi Vakfı

Kitapta yer alan bildiri ve bildiri özetleri, yazarların gönderdiği orjinal metinlerden ofset tekniği ile aynen kitap haline getirilmiştir.
Bildirilerin bilimsel sorumluluğu yazarlara aittir.

CamScanner ile tarandı

I.Kızılırmak Fen Bilimleri Kongresi
14-16 Mayıs 1997, KIRIKKALE

ONUR KURULU

Behiç ÇELİK	Kırıkkale Valisi
Cemalettin AKDOĞAN	Kırıkkale Belediye Başkanı
Prof.Dr.Beşir ATALAY	Kırıkkale Üniversitesi Rektörü

DANIŞMA KURULU

G.ALAEDDİNOĞLU
R.AKKAYA
Y.ARICA
K.ÇOLAKOĞLU
Y.ERDOĞAN
Ş.EREL
A.ERİŞEN
H.GÜNDOĞAN
T.GÜVEN
H.H.HACISALİHOĞLU
V.HASIRCI
M.İLHAN
H.KAPLAN
H.KARAGÜLLE
M.KESKİN
K.KOCA
A.KULIEV
A.KÜÇÜKBURSA
M.LALE
İ.MARAŞ
S.ORAK
M.PAKDEMİRLİ
E.SAVAŞ
A.O.SOLAK
C.SELAM
S.SELVİ
G.SOMER
A.U.TAMER
H.N.TESTERECİ
A.D.TÜRKOĞLU
İ.ULUER
N.YALÇIN
M.YİĞİTOĞLU
M.YILDIZ

DÜZENLEME KURULU

Prof.Dr.İhsan ULUER (Başkan)
Prof.Dr.Kerim KOCA
Doç.Dr.M.Yakup ARICA
Yrd.Doç.Dr.Mustafa YİĞİTOĞLU

CamScanner ile tarandı

A.YEŞİL, E. GÜZEL İ. ÜNAL	Soğuk ve Sıcak Plazmanın Elektromanyetik Dalganın Yayılması Üzerine Etkisi	189
İ. YAVUZ, İ. TARHAN H. BAYSAL, U. CAMCI İ. YILMAZ	Bianchi Tipi Uzay-Zamanda Bazı String Kozmolojik Modeller	200
A.GÜNGÖR, A. AVİNÇ S. ÖZALP	Konikleştirilmiş Fiber ile Atomik Kuvvet Mikroskobu	212
N. A.S, A. AVİNÇ M.ÖZER, A. GÜNGÖR	Optiksel Haberleşme Sistemi Olarak Fiberlerin Yapısı ve Bilgi Aktarımı	218
M. ÖZER, N. AS, A.GÜNGÖR	Fiberlerde Birleştirme Hataları ve Kayıpları	229
A. AVİNÇ, L. TACER	Hızlı Nötron Terapisi	241
E.ÇADIRLI, B.BEYENDER N. MARAŞLI, M. GÜNDÜZ	Saf Pivalık Asitin Kontrollü Katılaştırılması	248
A.AVİNÇ , S.ÖZALP	Fiziksel Kalite Kontrol Yöntem-leri (Girdap Akımları Metodu)	260
S. ORAK, M. İŞÇİ	Laserin Dokular Üzerindeki Etkileri	266
N. ERDEMİR, S.ORAK	Fizik Eğitimindeki Başarısızlığa Kalitatif Yaklaşım	270
A.KULIEV, M. İLHAN C. SELAM	Çekirdek Seviyeleri İzospinle-rinin Coulomb Safsızlığına Çift Korelasyon Etkisi	279
M.GERÇEKLİOĞLU A. A. KULİEV, H. H. ERBİL	Atom Çekirdeklerindeki Süper Akışkanlığın Genelliştirilmiş Korelasyon Fonksiyonları	288
R. AKKAYA, M.KURT	Genelliştirilmiş Modelde Os Çekirdeklerinin Elektromanyetik Geçişleri	296
M. YILDIRIM	Kömür Külünde Radon Gazının Tesbiti	302
A. KÜÇÜKBURSA	Çift-çift 154-164Er İzotoplarının Yapısının İncelenmesi	309
S. ORAK, A.İ. DEMİREL	Os İzotoplarının İncelenmesi	318
İ. MARAŞ	Çift-Çift 168Er Çekirdeklerinin Bazı Elektromanyetik Özelliklerinin İncelenmesi	328
G. KAYNAK	The Determination of The Cross-Section of F19 (N,a) N16 Reaction For 14 MEV Neutrons By Cyclic Activation Method	335
N. TÜRKAN, İ. ULUER	98Ru İzotopunun Elektromanyetik Geçişlerinin Çok Kutupluluklarının İncelenmesi	342
Ş. ATALAY, R.PEKDOĞAN B.KÜÇÜK, M. D. DULKAR İ. ULUER	Çift-Çift Wolfram İzotoplarının Düşük Uyarılmış Durumlarının IBM-1 Altında SU(3) Simetri Uyumluluğunun İncelenmesi	355
M.A.ÇİPİLOĞLU, İ. ULUER	182W Çekirdeğinin Elektromanyetik Geçişlerinin ve Yapısının Bazı Özelliklerinin Araştırılması	368
H.KOROLAY, M.CEYLAN Y.BALCI	Bi2Sr2Ca2Cu3Ox Cam - Seramik Süper İletkenlerin Hazırlanması ve Mikro Yapısının İncelenmesi	374
İ.TARHAN	String Akışkanlarda Inheritance Konformal Simetriler	379
M.C.BAYKUL, S.KÖSE F. SAĞDIÇ	The Investigation of Surface Analyses of A Semiconductor Thin Film By Using AES And XPS.	391

CamScanner ile tarandı

I. Kızılırmak Fen Bilimleri Kongresi
14-16 Mayıs 1997, KIRIKKALE

FİBERLERDE BİRLEŞTİRME HATALARI ve KAYIPLARI :

M . Özer , N . As , A . Güngör
U.Ü.Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü - Görükle - BURSA

Özet :

Bu çalışmada , fiberlerde birleştirme hata çeşitleri , birleştirme hatalarının geçirgenlik faktörlerinin etkileri , birleştirme hatalarından kaynaklanan kayıpların hesaplanması , optiksel fiberlerde bükülme ve mikrobükülme , radiatif ve absorpsiyon kayıpları incelenmiş ve bu hataların nasıl giderilebileceği üzerinde durulmuştur.

Abstract :

In this study we have investigated the error types of fiber connections , the effect of connection errors to transmission factors , the loss which is caused by fiber joints and their calculation , the radiative and absorpsion loses of bending and microbending of optical fibers and the corrections of these connection problems.

Giriş :

Günümüzün haberleşme sisteminin vazgeçilmez kaynaklarından biri de hiç şüphesiz fiberoptik 'tir. Fiberoptik , ışık ve optik resimlerin , şeffaf lifler kullanarak iletilmesi demektir. Lifler , genel olarak camdan veya şeffaf plastikten yapılmışlardır. Cam , bakırdan daha ucuz olduğu için telefon şirketleri bu liflerin en yaygın tatbikçisi olmuşlardır. Bir parmak kalınlığındaki lif demeti aynı anda 240000 telefon görüşmesini ve aynı zamanda televizyon yayınlarını da iletebilmektedir. Normal telefon görüşmesini sağlayan bakır teller televizyon yayınlarını iletemezler. Bu kadar çok telefon görüşmesi , hiç karışmadan kilometrelerce tek bir fiberoptik kablosu ile sağlanmaktadır. İşte bu sebeple daha uzun fiberlere ihtiyaç vardır. Bundan dolayı konumu " Fiberlerde birleştirme hataları ve kayıpları " olarak seçtim.

Fiberlerin Birleştirilmesi :

Optiksel fiberler , önceden kabaca oluşturulmuş fiberlerden elde edilirdi. Bu zamana kadar ancak birkaç km fiber üretilebilirdi. Fakat bugünün haberleşme sisteminde daha uzun fiberlere ihtiyaç vardır. Bu sebeple fiberlerin birleştirilmesi lazımdır. Eğer birleştirilen iki fiber birbirinin aynı ise ve mükemmel bir şekilde hizaya getirildi ise prensipte hiçbir güç kaybının olmaması lazımdır. Fakat özellikle tek kipli

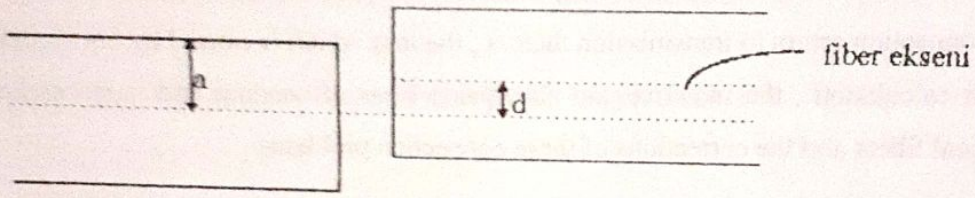
CamScanner ile tarandı

fiberlerin boyutları çok küçük olduğu için , mutlaka az da olsa aynı hizaya getirememe durumu vardır. Bu sebeple bir miktar güç kaybı olur. Bu güç kaybı sebebiyle verilen bir fiberde , bu kaybı bilmek önemlidir.

Birleştirme Hata Çeşitleri :

İki fibere kaynak yapılırken üç çeşit hata yapılmaktadır :

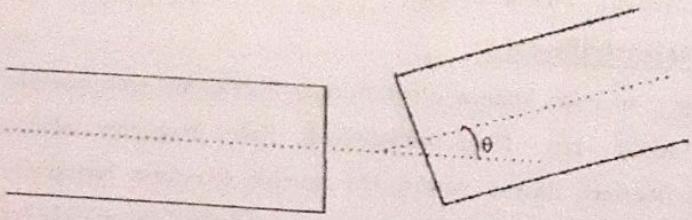
1) Bu hatalardan birincisi enine kaydırma olarak bilinir. İki fiberin eksenleri birbirine paraleldir , fakat bunlardan biri birleştirme sırasında eksene dik doğrultuda *d* kadar enine doğru kaydırılmıştır. Şekil-1'de gösterildiği gibi enine kaydırma hatası yapılmıştır :



Şekil-1 : Enine kaydırma hatasının temsili gösterimi.

Burada a , optiksel fiberin yarıçapıdır. Bu d kayması , optiksel fiberin yarıçapı a 'ya göre çok çok küçük olmalıdır. Eğer d kayması , a mertebesinde ise birinci fiberdeki gücün çok küçük bir kısmı diğer fibere geçer. Yani güç kaybı çok büyük olur.

2) İkinci olarak fiberlerin birleşim yerinde birbirine göre olan eğikliğin sebep olduğu hatadır.Bu durumda fiberlerin eksenleri birbirine paralel değildir ve birbiri ile küçük bir θ açısı yapmaktadır. Şekil-2 'de gösterilen bu çeşit hatalar iki fiberin eklenme sırasında temas eden yüzeylerinin eksene dik bir şekilde iyi zımparalanmamasından meydana gelir.



Şekil-2 : İki fiberi eksenlerine dik olarak birleştirememe.

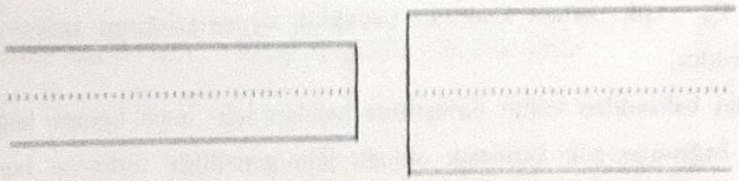
CamScanner ile tarandı

3) Üçüncü çeşit hata ise eksenler iyi bir şekilde birbirine çakışmasına rağmen fiberlerin yüzeyleri arasında bir boşluk kalmasından oluşmaktadır. Şekil-3 'te görülen bu hataya boyuna boşluk hatası denir.



Şekil-3 : Boyuna boşluk hatası.

Bu hatalardan en mühimi enine kaydırma ile yapılan hatadır. Çünkü d'nin küçük bir değeri bile oldukça büyük güç kaybına sebebiyet verir. Şekil-2 ve Şekil-3'teki hatalar oldukça küçüktür. Çünkü güç kaybı θ ve S 'ye çok duyarlı değildir. Bu sebeble birleştirme hatası denildiği zaman genellikle ilk önce enine kaydırma hatası akla gelir. Bu hataların yanısıra bir de uyuşmazlık hatası vardır. Bu hata , fiberlerin yarıçapları veya kırılma indislerinin farklı olmasından kaynaklanır. Şekil-4'te görülen bu hataya da spot-size (ışık demeti kesiti) uyuşmazlık hatası denilebilir.



Şekil-4 : Fiberlerde uyuşmazlık hatası.

Bu uyuşmazlık hatasını düzeltmek için veya kayıpları azaltmak için fiberler Şekil-5 'teki gibi kesilir. Böylece ilk fiberden çıkan spot-size yavaş yavaş değişerek diğer fibere geçer ve neticede spot size her iki fiberde uygun hale gelir.



Şekil-5 : Kayıpları azaltmak için en uygun fiber kesimi.

CamScanner ile tarandı

Yukarıda bahsettiğimiz birleştirme hataları neticesi güç kayıpları oluşmaktadır. Bu kayıp genellikle bu geçirgenlik faktörü ile hesaplanır ve bu P_2 / P_1 ya da P_1 / P_2 olarak gösterilir. Burada P_1 girişteki gücü , P_2 çıkıştaki gücü temsil eder. Gaussiyen yaklaşımı ile tek kipli fiberlerin kipe ait alanları aşağıdaki gibi yazılır :

$$\psi_1(r) = \psi_1(0)\exp\left(\frac{-r^2}{W_{G1}^2}\right) \qquad (1)$$

$$\psi_2(r) = \psi_2(0)\exp\left(\frac{-r^2}{W_{G2}^2}\right) \qquad (2)$$

Burada W_{G1} ve W_{G2} her iki fibere ait gaussiyen ışık demeti kesiti büyüklükleridir (spot-size). Bu büyüklüklere göre geçirgenlik faktörü aşağıdaki gibi tanımlanmıştır :

$$T_m = \left(\frac{2W_{G1}\cdot W_{G2}}{W_{G1}^2 + W_{G2}^2}\right)^2 \qquad (3)$$

Burada T_m , ışık demeti kesitinin büyüklük uyuşmazlığının sebep olduğu geçirgenlik faktörüdür.

Yukarıdaki bahsedilen bütün birleştirme hataları için buna benzer bağıntılar bulunabilir. Bu bağıntılar çok karmaşık olduğu için genellikle birbirine benzeyen fiberler kullanılır. Eğer fiberler birbirinin aynı iseler aşağıdaki eşitlik geçerli olur :

$$W_{G1} = W_{G2} = W_G \qquad (4)$$

Bu durumda mükemmel hizalanmış fiber için $T_m = 1$ olur. Birleştirme sırasında enine olarak d kadar kaydırılmış fiberde geçirgenlik faktörü aşağıdaki gibi yazılır :

$$T_0 = \exp\left(-\frac{d^2}{W_G^2}\right) \qquad (5)$$

Burada T_0 , enine kaymanın (transverse offset) geçirgenlik faktörüdür.

θ açısı kadar eğilme hatası olan fiberde aşağıdaki denklem geçerlidir :

CamScanner ile tarandı

$$T_\theta = \exp\left(-\frac{1}{4}(k_0 n_2 \theta W_0)^2\right) \qquad (6)$$

Yukarıdaki ifadede geçen T_θ , eğilmeyi (tilt) temsil eden geçirgenlik faktörüdür. Burada $k_0 = \frac{2\pi}{\lambda}$ olup dalga sayısı olarak bilinir. Kırılma indisi n_2 ise optiksel fiberi kavrayan ceketin (cladding) kırılma indisidir. Yukarıdaki ifadede n_2 terimi de geçseydi , o zaman n_1 kırılma indisi , asıl fiberin (core) kırılma indisini temsil edecekti.

Boyuna S kayması olan fiber için de aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır :

$$T_L = \left(1 + \frac{16S^2}{(k_0 n_2 W_0)^3}\right) \qquad (7)$$

Bu ifadede T_L , boyuna ayrılmayı (Longitudinal Separation) temsil eden geçirgenlik faktörüdür.

Birleştirme sırasında meydana gelen güç kaybı ise aşağıdaki gibi verilmektedir :

$$\alpha = -10\log_{10} T \qquad (8)$$

Enine kayma için bu kayıp aşağıdaki gibi elde edilir :

$$\alpha_0 = 4.343\frac{d^2}{W_0^2} \qquad (9)$$

α_0 : Enine kayma hatası neticesi oluşan kayıptır.

θ açısı kadar eğilme hatası olan fiber için güç kaybı bağıntısı aşağıdaki gibi elde edilir :

$$\alpha_\theta = 1.085\,(\theta k_0 n_2 W_0)^2 \qquad (10)$$

α_θ : Eğilme hatası neticesi oluşan kayıptır.

Bütün bu ifadeler gausseiyen yaklaşımı ile bulunduğu için ifadelerde gaussiyen spot-size (ışık demeti kesiti büyüklüğü) yer almaktadır. Şimdi bu spot-size yerine gerçek kip alanının uygun spot-size ifadelerini koyarsak daha kesin neticeler elde edilir. Bunun için spot-size konusunu biraz açalım :

CamScanner ile tarandı

Spot-size parametresi fiberin birçok özelliklerini açıklayabilmektedir. Fiber içerisindeki ışık kesitinin büyüklüğü olan bu parametre , alanın enine genişlemesini temsil eder. Bu yüzden bir fiberin özelliklerini belirleyebilmek için farklı şekilde tariflenmiş birkaç spot-size parametresi vardır. (Spot-size'in iki katı bazen kip alanının çapı olarak tariflenir.)

Bunlardan ilki W_0 ile gösterilir ve yakın alanın r.m.s. spot-size'ı olarak bilinir ve aşağıdaki şekilde tanımlanır :

$$W_0^2 = \frac{2\int_0^\infty \psi^2(r)\cdot r^2 r\cdot dr}{\int_0^\infty \psi^2(r)\cdot r\cdot dr} \qquad (11)$$

Burada ψ , fiberin temel kipine ait kip alanıdır. Bu spot-size'ın diğer bir ismi peterman-1 spot-size'dır ve iki fiberin birleştirilmesi sırasında birleşme yerinde meydana gelen açısal uyumsuzluktan doğacak güç kayıpları ile ilgilidir.

İkincisi peterman-2 spot-size'dır. $\overline{W}$ ile gösterilir ve şu şekilde tanımlanır :

$$\overline{W}^2 = \frac{2\int_0^\infty \psi^2(r)\cdot r\cdot dr}{\int_0^\infty \left(\frac{d\psi(r)}{dr}\right)^2 r\cdot dr} \qquad (12)$$

Bu spot-size fiberlerin birleştirilmesi sırasında tam karşı karşıya gelememesinden doğan kayıplar ve dalga kılavuzu dispersiyonu ile ilgilidir.

Üçüncü spot-size ise peterman-3 olarak tariflenir ve W_∞ ile gösterilir. Bu parametre ise fiberin bükülmesinden kaynaklanan kayıplar ile ilgilidir. Bu parametreler için aşağıdaki sıralama geçerlidir :

$$W_\infty > W_0 \geq W_G \geq W \qquad (13)$$

Yakın alan tamamen gaussiyen ise aşağıdaki eşitlik geçerli olur :

$$W_0 = W_G = \overline{W} \qquad (14)$$

CamScanner ile tarandı

Bu açıklamalardan sonra fiberlerin birleştirilmesi sırasında oluşan kayıplarda her kayıp ile ilgili spot-size'ı yerine yazarsak aşağıdaki ifadeleri elde ederiz.

Küçük enine kaymalar için $W_0 = \overline{W}$ ise ($\overline{W}$: peterman-2 spot-size)

$$\alpha_0 = 4.343 \frac{d^2}{\overline{W}^2} \qquad (15) \text{ olur.}$$

Benzer olarak küçük eğilmeler için $W_0 = W_0$ ise (W_0 : peterman-1 spot-size)

$$\alpha_0 = 1.085 (\theta k_0 n_2 W_0)^2 \qquad (16) \text{ olur.}$$

Tipik olarak kabul edilen kayıp 0.1 dB / km olduğundan ;

$$\alpha_0 = 4.343 \frac{d^2}{\overline{W}^2} \le 0.1 \qquad (17)$$

$$\frac{d}{\overline{W}} \le 0.152 \qquad (18)$$

$$d \le 0.152 \overline{W} \qquad (19) \text{ şartı ortaya çıkar.}$$

Buradan anlaşıldığı gibi enine kayma hatası ihmal edilmek isteniyorsa , $\overline{W}$ 'nin büyük olması lazımdır. $\overline{W}$ büyük olursa küçük kaymalar ihmal edilir. Fakat spot-size küçük iken d büyük olursa kayıp artar.

Eğilme durumunda ise :

$$\alpha_0 = 1.085 (\theta k_0 n_2 W_0)^2 \le 0.1 \qquad (20)$$

$$\theta \le \frac{0.304}{k_0 n_2 W_0} \qquad (21)$$

Burada θ 'nın birimi radyan ve W_0 'ın birimi ise μm 'dir. Kayıp θ^2 ile arttığı için W_0 büyüdükçe kayıp daha çabuk artar.

Saf silika için dalga boyu $\lambda = 1.3 \mu m$ için aşağıdaki şart geçerlidir.

$$\theta < \frac{2.49}{W_0} \qquad (22)$$

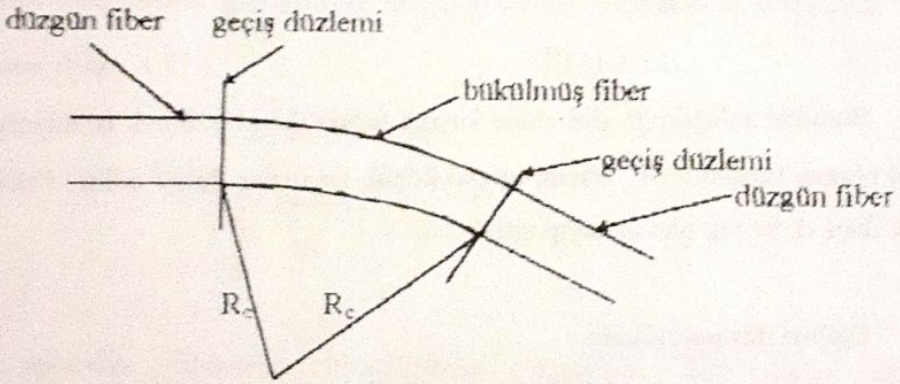
CamScanner ile tarandı

Optiksel Fiberlerde Bükülme ve Mikrobükülme :

Fiberlerin kablo halinde düzgün olduklarını zannetmemize rağmen , aslında eğilip bükülebilen maddelerdir. Çok kısa uzunlukta bile olsalar , hatları düzgün tutmak mümkün değildir. Bu sebeple biz , fiber sistemlerinde her zaman bu şekilde bükülmelerle karşılaşırız. Fiberler kablo haline getirildikleri ve üzerlerine bir ceket yapıldığı için , yapılan maddede çeşitli pürüzler de olduğu için fiber , farklı noktalarda farklı basınç tesirindedir. Bu da fiberin enine doğrultuda kaymalar yapmasına sebep olur. bu kaymalar mikro bükülmeler olarak tariflenir. Genel olarak bükülmeler ve mikro bükülmeler fiberlerde güç kaybına sebep olur.

Bükülme kayıpları :

Bir fiberdeki bükülme , bir düzgün fiber kısmını bükülmüş bir fiber ile birleştirme ve daha sonra yine bir düzgün fiber kısmı ile birleştirme olarak Şekil-6 'da görüldüğü gibi düşünülebilir.



Şekil-6 : Bükülmüş fiberin geometrik olarak temsili gösterimi.

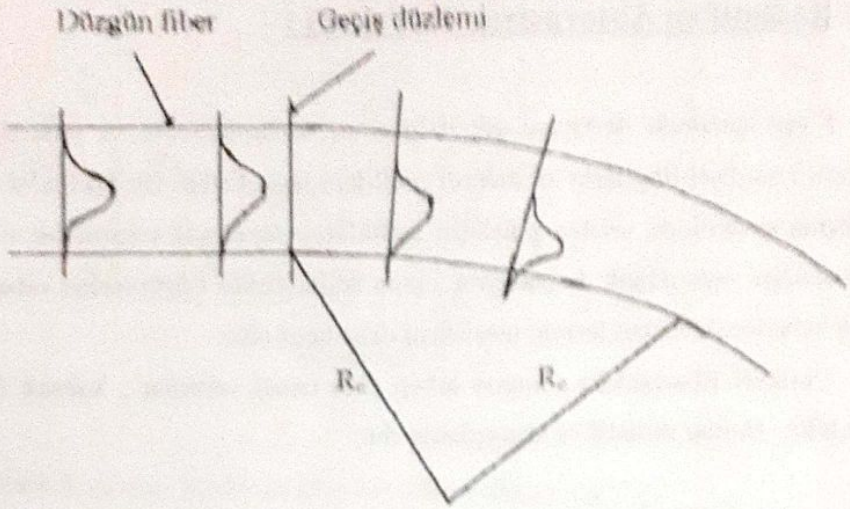
Dalga yüzeyinin değişmesinden bükülme kaybı meydana gelir. Bu şekildeki kayıplar , iki kısımda toplanabilir :

1) Geçiş düzlemlerinde olan kayıplar

2) Bükülme kısmındaki kayıplar

CamScanner ile tarandı

Bükülmüş fiberde , gelen dalga kipinin alan dağılımı ciddi şekilde değişir (yani fiber ekseninde maksimuma sahip değildir) ve bu dalga düz bir fiberdeki dalga gibi ilerlemez. Buradaki en muhim nokta gaussiyen halinde gelen dalganın maksimumu Şekil -7 'de görüldüğü gibi bükülen yerde kaymaktadır.



Şekil-7 : Gaussiyen halinde gelen dalganın geçiş düzleminden geçtikten sonra değişmesi

Bu kaymayı bulmak oldukça zordur. Gaussiyen yaklaşımda bu kayma ;

$$d_x = \frac{\beta^2 W_G^4}{2R_c} \qquad (23)$$

ile hesaplanır.

Burada β , dalganın ilerleme sabitini ; R_c , bükülen fiber kısmının eğrilik yarıçapını ve W_G ise gaussiyen görüntü büyüklüğü (spot-size) veya alanın görüntü büyüklüğünü temsil eder. Bağıntıdan da görüldüğü gibi R_c büyük ise bükülme az olacak ve dolayısıyla kayıp ta az olacaktır. R_c küçükse bükülme çok ve kayıp ta çok olacaktır. Tek kipli fiberlerde kipe ait alan (yakın alan) , kırılma indisine bağımlı değildir. Bu alanın şekli gauss fonksiyonunun şekli gibidir.

Daha önce de belirttiğimiz gibi Gauss yaklaşımını temsil eden dalga denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir :

$$w_G(r) = w_G(0)\exp\left(-\frac{r^2}{W_G^2}\right) \qquad (24)$$

CamScanner ile tarandı

Gaussiyen yaklaşımı , fiberleri birleştirdiğimiz zaman olan kayıpları , fiberin bükülmesinden veya mikro bükülmesinden kaynaklanan kayıpları tespit etmek için kullanılan çok faydalı bir yaklaşımdır. Fiberlerin birleştirme kayıpları ifadeleri hatırlayacağınız gibi yine bu Gaussiyen yaklaşımı ile bulunmuştu.

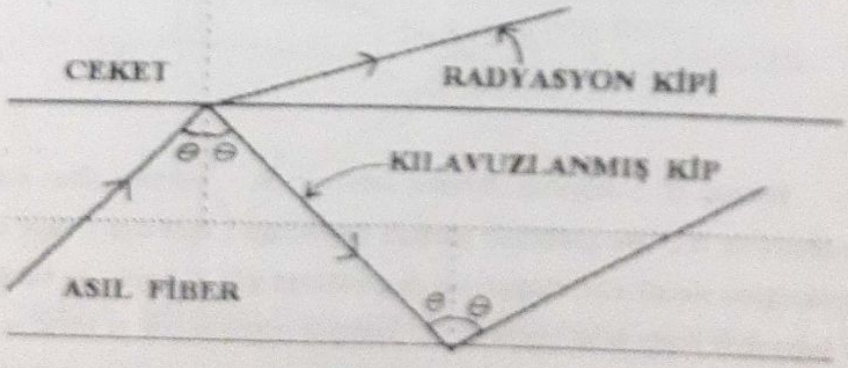
Radiatif ve Absorpsiyon Kayıpları :

Fiber içerisinde ilerleyen ışık dalgasının sönümlenmesi ve puls dispersiyonu (dağılımı) optiksel fiberlerin iki önemli özelliğini temsil eder. Bu özellikler , fiberoptik haberleşme sisteminde verilen pulsların aralıklarını tayininde önemli bir tesiri vardır. Düşük sönüm veya düşük dispersiyon , puls aralıklarının büyümesine sebep olur. Bu sebeple haberleşme sistemlerinin mal oluşu daha ucuz olur.

Optiksel fiberlerdeki sönüme sebep olan temel sebepler , kabaca iki kısımda toplanabilir : Bunlar radiatif ve absorplama 'dır.

1) Radiatif Kayıplar :

Bu çeşit kayıplar , kılavuzlanmış kip , eğer bir radyasyon kipi ile eşleşirse meydana gelir. Bu kiplerin temsili gösterimi Şekil-8 'de gösterilmiş.

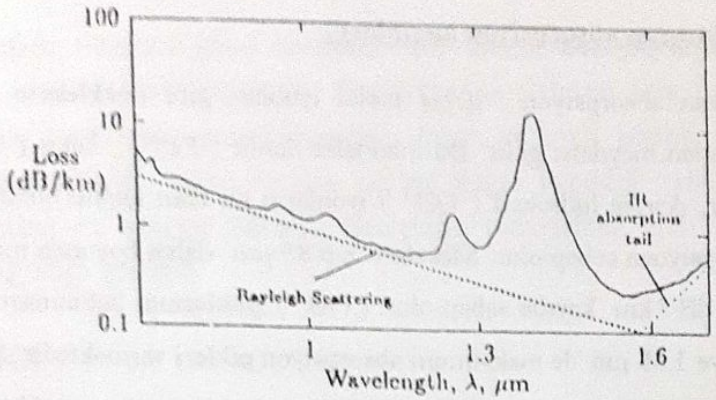


Şekil-8 : Kılavuzlanmış kipin ve radyasyon kipinin temsili gösterimi.

Rayleigh saçılması , bu gibi eşleşmelerinin temel sebebidir. Bu saçılmalar fiber içerisindeki küçük boyutlarda olan (dalga boyuna göre çok çok küçük) homojen olmayan bir bozukluk meydana getirir. Bu homojen olmayan bozukluklar , fiberin fabrika yapımı sırasında oluşmaktadır.

CamScanner ile tarandı

Rayleigh saçılmasından meydana gelen kayıplar $1 / \lambda^4$ ile orantılıdır. Bu sebeple Şekil-9 'da da görüldüğü gibi dalga boyu büyüdükçe kayıplarda hızlıca azalmaktadır.



Şekil-9 : Dalga boylarına göre kayıpların değişim grafiği.

1.55 μm dalga boyunda SiO_2 (silikon oksit) fiberde tahmin edilen kayıp 0.15 dB / km 'dir. Bu ise bize optiksel fiberlerdeki en uç kayıpları vermektedir. Fiberin kırılma indisi değişimini sağlamak için yapılan germanyum oksit (GeO_2) veya fosforpentaoksit (P_2O_5) gibi katkılar da rayleigh saçılma kaybını arttırmaktadır.
Radiatif kayıplar , fiberlerin bükülmesinden veya fiber içersindeki mükemmelsizlikten de kaynaklanır. Bu mükemmelsizlikler , asıl fiber ile ceket arasındaki düzensizlikler veya fiberin yarıçapında olan değişikliklerden de kaynaklanır.

2) Absorpsiyon Kayıpları :

Saçılma kayıplarına ilave olarak ışık , bir maddeden geçtiği zaman absorplama sebebiyle kayıplar ortaya çıkar. Bunun sebebi ışığın taşıdığı gücün bir kısmını ortamın almasıdır. Absorpsiyon kayıpları iki çeşittir :

1) Özgün olan absorpsiyon kayıpları :

Özgün olan absorpsiyon kayıpları , ilerleyen dalganın fiberi oluşturan madde kompozisyonlarında bulunan bir veya birden fazla cam etkileşmesi neticesi meydana

CamScanner ile tarandı

gelir. Mesela yukarıdaki şekilde de görülen SiO_2'in (Silikon oksid) infrared absorpsiyon bandını gösterir. Bununla beraber optiksel fiberle haberleşme sisteminde ilgilenilen dalga boyu bölgesinde infrared absorpsiyon uzantısının katkısı hemen hemen ihmal edilir.

II) Özgün olmayan absorpsiyon kayıpları :

Özgün olmayan absorpsiyon , geçiş metal iyonları gibi maddelerin çok az miktarda bulunmasından meydana gelir. Bu maddeler demir (Fe^{+2}) , bakır (Cu^{+2}) , krom (Cr^{+2}) olabilir. Ayrıca hidroksit (OH^{-1}) iyonların bu cam içinde bulunması , özgün olmayan absorpsiyona sebep olur. Mesela $\lambda = 0.85$ μm dalga boyunda milyonda bir Cu^{+2} iyonu 1.1 dB / km kayıba sebep olur. (OH^{-1}) iyonlarının bulunması 0.72-0.88-0.95-1.13-1.24 ve 1.38 μm 'de maksimum absorpsiyon pikleri vermektedir. Şekil-9 'da da göze çarpan 1.24 μm ve 1.38 μm 'deki absorpsiyon maksimumları madde içinde bulunan OH^{-1} iyonlarından meydana gelmektedir. Fakat iyi tarafı bu piklerin dar olmasıdır. Öyleki oldukça saf fiberlerde $\lambda = 1.55$ μm 'de kayıplar 0.2 dB / km 'den küçüktür.

Sonuç :

Fiberler üretilirken , çok saf ham madde kullanılmalıdır. Bugünün teknolojisi bu kayıpların hepsini hemen hemen yok etmiştir . Sadece saçılmadan doğan kayıplar en az seviyeye indirilebilmiştir.

Kaynaklar :

1) " Understanding Fiber Optics On A PC "

A . Ghatak , A . Sharma , R . Tewari - 1994 , New Delhi

2) " Optical Electronics "

A . Ghatak , K . Thyagarajan - 1989 , Cambridge University

3) " Optical Waveguide Theory "

A . W . Snyder , J . D . Love - 1983 , London

4) " J . Lightwave Technology "

K . Petermann , R . Kühne - 1986

CamScanner ile tarandı