

FİBERLERİN FÜZYON EKİ

Nihat YILMAZBİLEK

Bir kablo şebekesi tasarımı yapılırken eklerin ve konnektörlerin sebep olduğu kayıpların yanı sıra kilometrik zayıflama sabiti de hesaba katılmalıdır. Konnektörler fiber optik kablo şebekelerinde geçici bağlantı sağlarlar, füzyon ekleri ise kalıcı bağlantılardır.

İster tek modlu, ister çok modlu olsun fiber optik kablolarla kurulan bir iletim şebekesinde fiber ek yöntemlerinin arazide çalışmayı en aza getirecek verimlilikte olması gerekir. Uzak mesafe şebekede, füzyon eki fiber ek yöntemlerinin en verimli olarak görünmektedir. Mikro-işlemci kontrollü ve LID¹ sistemli ek cihazları çok düşük bir kayıpla füzyon eki garanti etmektedirler. Diğer taraftan kısa mesafeli şebekelerde ortalama abone uzaklığı daha az olduğundan ek kaybıyla ilgili istekler o kadar zorlu değildir. Bununla beraber gelecekte yapılması muhtemel eklerin çokluğu sebebiyle hızlı ve güvenilir bir yöntem aranmış ve tekrar sökülebilen bitiştimen ek sistemi geliştirilmiştir. Konunun genişliği nedeniyle bu yazıda sadece kalıcı bir ek sistemi olan füzyon ekine değineceğiz.

BASAMAK İNDEKSLİ FİBERLERİNİ FÜZYON EKİ

Basamak indeksli fiberlerin eklenmesi için füzyon ek cihazları bulunmaktadır (Şekil 1). Yüksek frekanslı AC gerilimi bir elektrik arkı yaratır. Ek için gerekli ısı elektrodlar arasındaki deşarj ile sağlanır. Ergimiş camın yüzey gerilimi eklenecek fiberleri eş merkezli hale getirir. Bu etki sayesinde 10 fım "ye kadar olan ayarsızlıklar fazla bir ek kaybı olmadan giderilir. Cihazın fiber kesme işlemini yapacak bir kesicisi vardır ve cihaz, kesme yüzeyi ile fiber eksenini arasında 90° olması gereken açıda en çok 3°'lik bir hata yapar. Kesilmiş fiberler, üzerinde eklenecekleri V oluklarına yatırılarak çok hassas kılavuz anahtarlarıyla birbirlerine yaklaştırılırlar. Bu sırada kesilmiş fiberlerin ucunda çok küçük boyutlu çapaklar olabilir. Bu gibi küçük parçacıklar önfüzyon işlemiyle giderilir, önfüzyon, ekleme işleminden önce yapılan bir temizleme işlemidir ve uygulanan akımın süresi bakımından füzyondan farklıdır, daha sonra fiber füzyona tutularak eklenir ve eklenmiş fiber korunmak üzere ek kasetindeki oluklara yerleştirilir. Piyasadaki ek cihazları dolu bataryalarla 150 kadar ek yapmaktadır. Ortalama ek kaybı 0.1, 0.2 dB kadardır.

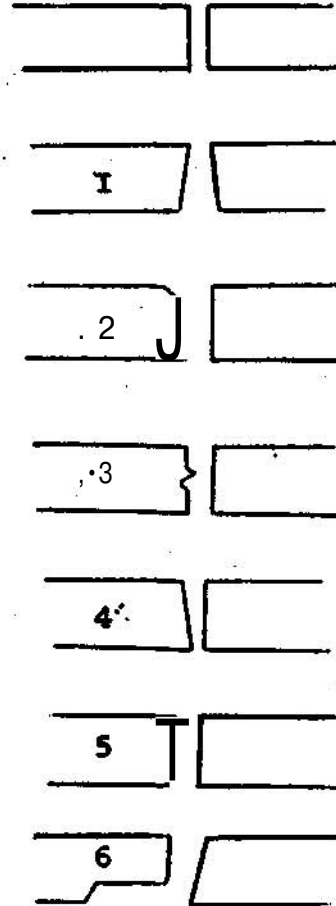
¹ UD (Local Injection and Detection System) konu sonunda anlatılacaktır.



ŞEKİL 1. Basamak indeksli fiberlerin ekinde kullanılan ek cihazı

TEK MODLU FİBERLERİN FÜZYON EKİ

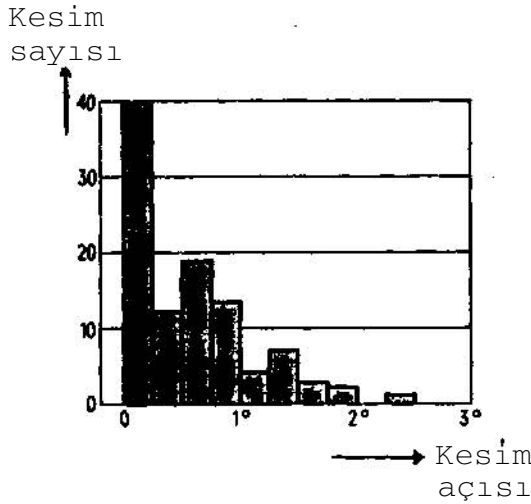
Tek modlu fiberlerin çekidek çapı 10µm kadar olduğu için çok modlu fiber ekleyicilerin ulaştığı hassasiyet tek mod-



ŞEKİL 2. İdeal Kesim ve en çok rastlanan kesim hataları

lu fiber eki için yeterli olmamaktadır. Zaten bu yüzden tek modlu fiber ekleyicileri iyice geliştirilinceye kadar bu fiberlerin kullanımı oldukça sınırlı kalmıştır ve fiber ek cihazları özellikle tek modlu fiber için geliştirilmişlerdir. Bu cihazların oldukça düşük kayıplı ek yapabilmeleri 3 boyutlu ayarlama yapabilmeleriyle olmaktadır. Fiber optik teknolojinin gelişme sürecinde entegre LID sistemi ve λ/P kontrollü bu cihazlar ileri bir kilometre taşıdır.

Kablo dış kılıfı, kablo zırhı, buffer tüpleri ve fiberin üstündeki primer kılıf sıyrıldıktan sonra fiber özel kesicisiyle ek için istenen uzunlukta kesilir. Kesme işlemi füzyon öncesi yapılması gereken en önemli işlerden biridir. Sadece özel fiber kesicileri fiberi kendi eksenine 90° dik ve çentiksiz kesebilir. Eğer kesme yüzeyinde dikeyle 0.5° den daha büyük bir hata varsa kesme işlemi yinelenmelidir. Şekil 2'de ideal kesim ve en çok rastlanan kesim hataları görülmektedir. Şekil 3'de ise tek modlu fiberler için geliştirilmiş fiber kesme aletiyle yapılan kesimlerin kesim açısına göre sıklık dağılımı verilmiştir.

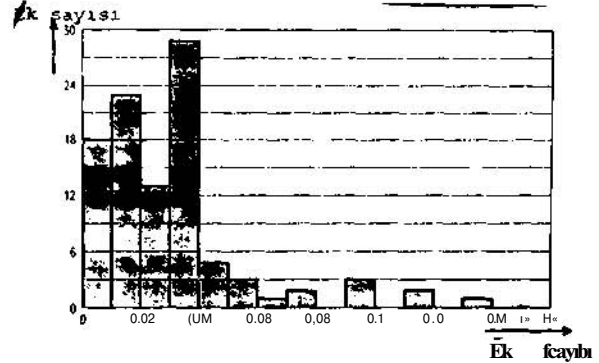


ŞEKİL 3. Kesim sayısına göre kesim açısının sıklık dağılımı

Kesilen fiberler cihazın V oluklarına yerleştirilip üzerleri sıkıştırıcı mandallarla kapatılır. Cihaz üzerindeki mikroskop altında fiberler kendi eksenlerinde döndürülerek veya ileri geri, aşağı yukarı hareket ettirilerek birbirlerine iyice yaklaştırılır. Bu arada fiber uçları birbirlerine 90° olan iki ayrı açıdan gözlenerek kesim yüzeylerinin kaliteleri ve birbirlerine göre konumları kontrol edilir. Cihaz ayrıca bir monKöre bağlanarak görüntü büyütülebilir ve daha rahat ayarlama sağlanabilir. Füzyon işlemi basamak indeksli fiberlerin ekinde yapılanın aynısıdır. Fakat basamak indeksli fiberin tersine, ergimiş camın yüzey gerilim katsayısından dolayı kendi kendine eş merkezleme olayı tek modlu fiberlerde zayıflamayı artırıcıdır. Eklenme noktasındaki ergimiş camın hareketi çekirdek eğilmesine ve dolayısıyla yüksek kayıba neden olmaktadır. Bu durumdan daha kısa füzyon süresi ve düşük füzyon akımıyla kurtulunur.

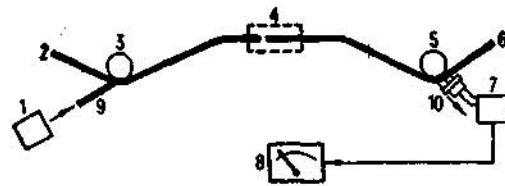
Fiber öz çapının $9 \mu\text{m}$ olduğu tek modlu fiberlerin eksen ayarlama işlemi, $50 \mu\text{m}$ öz çaplı çok modlu fiberin eksen ayarlama işleminden çok daha zordur. Mikroskopta göz ayarı ile ayarlanan fiberler LID sistemi kullanılarak maksimum ışık gücünün geçtiği pozisyon bulunur. Şekil 4'de, laboratuvar koşullarında yapılan eklere ait ek kayıpları

ve kayıpların standart sapmaları verilmektedir. Burada ortalama ek kaybı 0.029 dB , kayıpların standart sapması ise $T = 0.025 \text{ dB}$ 'dir. İşlem zamanı ise oldukça kısadır; fiberlerin V oluklarına yerleştirilmelerinden sonra uçların ayarlanması, önfüzyon ve kayıp ölçümü yapılarak sayısal ekranda belirlenmesi $20 = 30$ saniye almaktadır.



ŞEKİL 4. LID (Local Injection and Detection System)

LID sistemi, hem tek modlu hem de çok modlu fiberlerin ek sırasında çabuk ve kolay ayarlanmalarını sağlayan bir sistemdir. Bilindiği gibi ışık, sadece düz çekilmiş bir optik fiberin öz tabakasına direkt olarak yönlendirildiğinde optik fiberin kenarından çıkmaz. Fakat bu kural fiber büküldüğünde geçerli değildir. Eğer fiberin kıvrılma yarıçapı yeteri kadar küçükse öz tabakasında ilerleyen ışığın bir kısmı kıvrılma noktasından dışarı çıkar ve bir fotosel ile hissedilebilir. Bunun tersi de doğrudur. Yani, fiberi bir noktada uygun açıyla bükerek ışık bilgisi bu noktadan fiberin içine gönderilebilir. Burada ışık kaynağı olarak ışık yayan bir diyot kullanılır. Işık kaynağı (Bkz. Şekil 5) önce şekildeki 9 numaralı fibere ışık gönderir. 2 numaralı fiber yeteri kadar bükülmüş olduğundan ışık geçerek 6 numaralı fiberin uzak ucuna kadar gelir. Bu fiberin kıvrıldığı yere yerleştirilen fotosel ile alınan ışık şiddeti ile bir oranda foto akıma çevrilip yükseltilir ve filtre edilir. Bu değer bir metre ile kaydedilir. 1. fiberin 2. fibere göre her değişikliği geçen ışığın şiddetini ve dolayısıyla ışığın şiddetiyle orantılı üretilen foto akımı değiştirir. Bu sayede her ekte fiber ayarlama için geçen zaman minimuma indirilerek optimal bir ışık geçişi sağlanır.



ŞEKİL 5. LID Sistemin çalışma prensibi

1. Işık yayan diyot
2. Birinci optik fiber
3. Mil
4. Açık ek
5. Mil
6. İkinci optik fiber
7. Yükseltici
8. Metre
9. Işığın 2 numaralı fibere geçmesini sağlayacak kalın özlü fiber
10. Fotodiyot