

# Genişbant ve Eve Kadar Fiber (FTTH) Teknolojisine Yaklaşım

Elo. Müh. Seyit ankaya  
seyit.cankaya@emo.org.tr

## GİRİŐ

Günümüzde teknolojinin çok hızlı gelişmesiyle, her gün teknolojik alanda birden çok buluşun gerçekleştirildiğini duymaktayız. Bilim ve Teknolojideki çok hızlı gelişme, insanların ilgisini çekmektedir.

“Optik iletim teknolojisi; kaliteli, güvenilir ve artan bilgi trafiğini, herhangi bir sorun yaşamadan iletebilen, haberleşme ortamı sunar.”

Kablolu ağ olarak iki temel altyapı teknolojisi uygulanmaktadır. Aygıtlar arasındaki iletimin elektrik sinyalle yapıldığı Bakır kablolu altyapılar ve optik (ışıkسال) sinyalle yapıldığı fiber optik kablolu altyapısı olarak sınıflandırılabilir. Bakır kablolu altyapılarda bantgenişliği ana etmen olmak üzere Cat (3-7) kablolar ve Eşeksenli (Koaksiyel) kablo olarak sınıflandırılma da yapılabilir.

Elektrik enerjisini taşımakta kullanılabilecek süper iletken ne kadar önemli ise, telekomünikasyon alanında Fiber Optik teknolojisi de aynı derece önemlidir. Oda sıcaklığında (+20  C de) direnci sıfır (R=0) olan Süper iletken hala üretilenmemiş olmasına rağmen, Fiber Optik teknolojinin üretilmiş ve yaklaşık 30 yıldır ülkeler ve kıtalar arası transmisyon ortamında kullanılıyor olmasıdır.

2011 yılında Los Angeles'ta yapılan Optical Fiber Communications Konferansında; Dayou Qian, NEC'te yaptıkları bir denemede, 370 farklı lazerden gelen ışık birleştirerek 101.7 terabitlik/s hıza erişildiğini ve 165 kilometrelik bir fiber damar üzerinden bunu ilettiklerini açıklamışlardır. Yine bu alışamayı destekler nitelikte Japonya Ulusal Bilgi ve İletişim Teknolojileri Kurumu'ndan Jun Sakaguchi'den bir açıklama gelmiştir. Jun Sakaguchi'nin oluşturduğu takımın geliştirdiği yeni teknikle, her biri 15,6 terabit/s hızla çalışan sistemlerin 7 tanesinin ışıkları kılavuzlanarak bir fiber damardan 109,2 terabit/s hıza veri iletmeyi başardıklarını açıklamışlardır. Bu hızların 100 terabit büyüklüğündeki veri 165 km ötedeki noktaya (250 çift taraflı Blu-Ray diskine veya kesintisiz 3 ay HD video yayını) bir saniyeden iletilmiştir.

Kablolu ana omurga olarak kullanılan fiber optik; teknolojideki hızlı gelişmeler sonucunda kullanıcıların genişbant ihtiyaçlarını da karşılanabileceğini kanıtlamıştır.

Santral ile kullanıcı arasında uygulamalarda kullanılması (FITL-Fiber In The Loop teknolojisi) 1985'li yıllarda başlamasına rağmen asıl gelişmeyi 2000'li yıllarda (FTTx.... To The Fiber) göstermiştir. Günümüzde neredeyse fiber optiksiz bir transmisyon altyapısı düşünülemez hale gelmiştir.

## KULLANICIDA GENİŞBANT TEKNOLOJİSİ

İnsanların telekomünikasyon alanındaki istekleri; öncelikle sabit telefondan başlamış, çok düşük hızla da olsa sabit hatlardan internet, ardından da gezgin haberleşme ortamından Cep telefonu ve Cep telefonundan internet bağlantısı artarak sürmektedir. Değişik medya ortamı aracılığıyla toplumdan telekomünikasyon alanına yönelik yaratılan talepler çiğ gibi artmaktadır. Telekomünikasyon alanında çalışan firmalar artan istekleri karşılayamak için yeni teknolojiler geliştirmek yerine mevcut teknolojileri küçük değiklikler yaparak karşılamaya çalışmaktadır. Az sayıda da olsa geleceğin genişbant teknolojisi üreten ve uygulayanlar bulunmaktadır.

Günümüzde genişbant isteklerinin artmasındaki en önemli etmenlerden bir tanesi sosyal paylaşım sitesi olarak adlandırabileceğimiz; Facebook, MySpace, LinkedIn, Plaxo, Twitter, YouTube, Wikipedia, Google ve Second Life gibi siteler gün geçtikçe çeşitlenmekte ve yaygınlaşmaktadır. Bireylerin bu internet sitelerine bağlantılı kalma süresinin artmasının yanı sıra internete bağlanan birey sayısında da hızla artış yaşanmaktadır. İki boyutlu gelişmenin sonucu internet trafiğinde önemli artışlar yaşanmaktadır. Önemli ikinci etmen ise başta devlet olmak üzere çok sayıdaki kurum, kuruluş, banka ve şirketler yapmış oldukları işleri internet üzerinden vererek insanları internet ve genişbant hizmetini kullanmaya gönüllü zorlamaktadır.

Sabit hatlar üzerinden Genişbant teknolojisinin temel xDSL temel adı olarak anılan teknolojide Santral noktasından kullanıcıya kadar bakır kablo (CAT 3 ve üstü) üzerinden genişbant verilmektedir. xDSL teknolojisinin alt açılımları olarak ADSL, HDSL, VDSL, GSDSL teknikleri sıralanabilir.

Santral noktasından kullanıcıya doğru fiber teknolojisine, bakır kabloda adlandırıldığı gibi FTTx genel adı kulla-

Kısaltma	İngilizce Açılımı	Türkçe Kısaltma	Türkçe Açılımı
FTTC	Fiber To The Curb	KaKF	Kaldırırma Kadar Fiber
FTTCa	Fiber To The Cabinet	DKF	Dolaba Kadar Fiber
FTTN	Fiber To The Node	NKF	Noktaya Kadar Fiber
FTTB	Fiber To The Bulding	BKF	Binaya Kadar Fiber
FTTF	Fiber To The Fabric	FKF	Fabrikaya Kadar Fiber
FTTO	Fiber To The Office	IKF	İşyerine Kadar Fiber
FTTH	Fiber To The Home	EKF	Eve Kadar Fiber
FTTD	Fiber To The Desk	MKF	Masaya Kadar Fiber
FTTU	Fiber To The User	KKF	Kullanıcıya Kadar Fiber

Tablo 1

nılmaktadır. Oysa bu teknolojide ana unsur olarak fiberin hangi noktaya kadar sonlandırıldığı ön plana çıkmakta, bu da müşteriye verilen genişbantın hızını doğrudan etkilemektedir.

Ağ mimarisi ismi; Fiberin sonlandırılmasına göre farklı isim alabilmektedir. Fiberler bina girişinde sonlandırılıyorsa BKF, işyerlerinde sonlanıyorsa İKF, masada sonlanıyorsa MKF, fabrikada sonlanıyorsa İKF ismini almaktadır. Aynı uygulama bölgesinde farklı isimler de alabilirler. EKF teknoloji olarak tanımladığımız Ağ teknolojisi EKF, FKF, İKF, MKF, KKF uygulamalarıdır. KaKF/DKF, NKF, BKF ise EKF teknolojisi olarak değerlendirilmemektedir.

Video bazlı içeriklerin özellikle artması, devletin e-devlet projesi ile hizmetleri internet ortamına taşınması, şirketlerin ve medyanın interneti yeni bir genişleme ortamı olarak yaklaşması internetin yaygınlaşmasını artırmaktadır. İnternetin insan yaşamına getirmiş olduğu kolaylıklar kullanıcı sayısının artırırken, mevcut internete sahip olanlar da internet bağlantı hızlarını artırmaya yönelmektedir. Telekomünikasyon altyapı işletmecileri de, artan trafiği fazla değişikliğe gitmeden çözüm üretmek istemektedirler. Burada önemli etmenlerden biri genişbant tanımlarının açıklanması ve hangi teknoloji uygulanarak çözülmesi gerektiği yönündeki yaklaşımdır.

Teknolojideki büyük gelişmeler genişbant için yapılan sınır değerlerinin de değişmesine neden olmaktadır. İnternet bağlantı hızı altyapı işletmecilerinin yapacağı ağ mimarisini de doğrudan etkilemektedir. Genişbant tanımından önce büyüklük terimlerini anımsamak gerekir.

“Genişbant olarak tanımlanan büyüklükler: Kilo (10<sup>3</sup>), Mega(10<sup>6</sup>),Giga (10<sup>9</sup>),Tera (10<sup>12</sup>), Peta (10<sup>15</sup>), Exa (10<sup>18</sup>), Zetta (10<sup>21</sup>) olarak isimlendirilmektedir.”

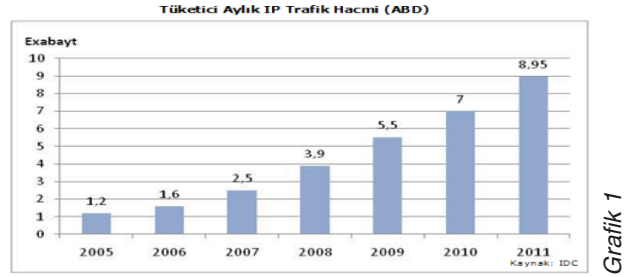
İnternet hızı, bağlantının adlandırılması ve kurulacak ağ mimarisini aşağıdaki (Tablo-2) tabloda belirtilmiştir.

Transmisyon Hızı	Hız Adlandırması	Ağ Mimarisi
< 10 Mbit/s	Düşük	xDSL
10-100 Mbit/s	Orta	KaKF, DKF
100-1.000 Mbit/s	Yüksek	EKF, İKF, FKF
>1.000 Mbit/s	Çok Yüksek	MKF, KKF

Tablo 2

Dünyada içeriklerin hızla artması, oldukça cazip reklamlarla, kullanıcının içerik satın alma isteğini kamçılandığından, bu pazar internet trafiğini de artırmaktadır. Ülkemizde tüketiciye yönelik IP verileri bilinmemektedir. ABD'deki Tüketicinin IP trafiğinin yıllara göre değişimi aşağıdaki grafikten (Grafik 1) görülmektedir.

Ülkemizde değişik alanlarda internet ve genişbant isteği artmaktadır. Yerleşik Operatör hızı, son üç yıllık internet trafiğinde % 139 oranında artarak, 15,41 Gb'ye ulaşmış bulunuyor. İnternet trafiğindeki artışın en önemli etmeni; darbanttan yararlanan 6.000.000 kullanıcıya KaKF/DKF teknolojisi ile internet hızını artırma çalışmasıdır.



Grafik 1

**GENİŞBANT ÖNGÖRÜLERİ** Operatörler, müşteri isteklerini sorunsuz karşılayabilmek amacıyla, ulusal ve uluslararası İnternet trafiğini izleyip geleceği tahmin etmeye çalışırlar. Geçmiş yıllardan yola çıkarak gelecek yıllardaki trafiği belirlemek için modelleme kullanırlar.

Elektronik Teknolojisinin gelişimi üzerine bilinen en önemli yasa, Gordon Earle Moore Yasası'dır. Jakob Nielsen da İnternet trafiğinin gelişmesi üzerine e yönelik yasa ise tarafından dile getirilmiştir.

Yasalar dikkate alınarak gelecek tahminleri yapılmakta, tahminlerden yola çıkarak EKF ağına yönelik mimariler ve hızlar öngörülmektedir. EKF altyapı işletmecisinin öngörüsünde kullandığı bantgenişliği hızına yönelik kullandığı yasalar ya da yöntemler internet trafiği ile ölçülen trafik değerinin, aynı olması veya oldukça yakınsaması beklenir. Doğal olan da her ikisinin örtüşmesidir. Eğer hesaplanan bant genişliği değeri, ölçülen değerden büyük ise (farkın büyüklüğüne bağlı olarak) gereksiz altyapı yatırımı yapılacak, tersi ise de yapılan yatırım kısa süre içerisinde gereksinimi karşılayamayacağından yapılan altyapının sıkıntılı olan bölümünün değişmesini gerektirecektir.

Dünyada internet trafiğinin gelişimi üzerine yapılan ölçümlerde; 1996'da her ay 1,5 petabayt, yılda da 18 petabayt artmış, 2006'da her ay 700 petabayt, yılda da 8,4 exabayt arttığı saptanmıştır. [2]

EKF alanına girmek isteyen oyuncular; EKF Teknolojisini bir kez yapıp ileride altyapı yetersizliğinden ötürü sistem değişikliği yapmak istememektedirler. Google'ın KansasCity adlı uygulamasında her bir kullanıcıya Gigabit genişliğinde altyapı kurmaktadır.

### 1.GORDON (EARLE) MOORE YASASI

Gordon Moore; elektronik alanındaki gelişmeleri, özellikle yongalar üzerine yapılan çalışmalar ve sonuçlarını değerlendirerek, her ne kadar da iki kez yenilemiş olsa da aşağıdaki şekilde tanımlamıştır.

“Mikroişlemcilerdeki (yongalardaki) transistör sayısı (m+1)= Transistör sayısı (m) \* 2 (1)

m= m yılındaki bir yongadaki (chip'teki) transistör olarak formül edilebilir.

Gordon More'un geliştirdiği bu yaklaşım, elektronik sektörü için yapılan çalışmaları doğrular niteliktedir. Moore yasası elektronik alanın geniş kesimlerce bilinen ve temel yasasıdır. Moore yasası dikkate alınarak yapılan internet trafiği hesapları; internet trafiği ölçüm değerlerini karşılamaktadır.

## 2. JAKOB NIELSEN YASASI

“Genişbant kullanıcısının bağlantı hızı için; her yıl kullandığı bant genişliği hızı bir önceki yılın hızına göre % 50 oranında artış gösterir.” demektir.

$$\text{Genişbant Hızı (n+1)} = \text{Genişbant Hızı (n)} * 1,5 \quad (2)$$

n= n yılındaki İnternet trafiği olarak formül edilebilir.

Nielsen Yasasının genişbant trafiğinin tümüne yönelik olarak getirmiş olduğu bu yaklaşım, EKF teknolojisi için kullanıldığında, ölçülen değerleri sağlamamaktadır. Bu nedenle EKF altyapısı mimarisi için kullanılacak yeni yaklaşımlar yapılması gerekmektedir. Hesaplanan İnternet trafiği ile, ölçülen internet trafiğini yaklaştıracak bir modellemenin yapılması zorunlu hale gelmiştir.

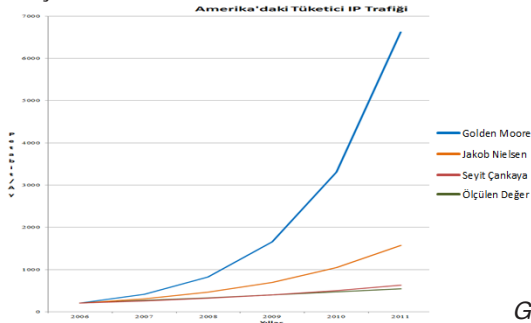
Moore ve Nielsen Yasası'nın EKF teknolojisi için geçerli olup olmadığı da ele alınmalıdır. Gerçekten bu yasalar günümüzde EKF teknolojisine uygun çözümler sağlamamaktadır. Eldeki verilerden yola çıkarak EKF teknolojisine yönelik yeni yasaların belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

## 3. YENİ ÖNERME “SEYİT ÇANKAYA YASASI”

Bu yasada: “EKF kullanıcısının erişim hızı; bir önceki yıldaki genişbant hızına göre % 25 artar.” olarak tanımlanır.

Genişbant Hızı (n+1)=Genişbant Hızı (n)\*1,25 (3) olarak formüle edilmiştir.

2006 ve 2010 yılları arasındaki, ABD'deki Tüketicilerin, İnternet IP Trafik Analizinden yola çıkarak; Ölçülen Değer, Gordon Moore yasası (1), Jakob Nielsen (2) ve Seyit Çankaya Yasaları (3) uygulanarak aşağıdaki (Grafik 2) elde edilmiştir.



Grafik 2

Video ve Tv yayınlarını dar banttandır göndermek için, kodlama programlarında gelişmeler olmaktadır. İki boyutlu Ultra HD yayının MPEG-2 formatındaki kapasitesi 400 Mb/s iken, MPEG-4 formatı için 200 Mb/s, üç boyutlu yayınlarda da aynı şekilde sıkıştırılmalar yapılmaktadır. [4]

Seyit Çankaya Yasası (3), Jakob Nielsen Yasasından (2) farklı olarak EKF tekniğinden yararlanan müşterilerin eğilimi ile kodlama tekniğindeki gelişmeleri de dikkate alarak geliştirilmiştir. Bu yüzden Seyit Çankaya yasası ölçülen değere yakın sonuç vermektedir.

Yasalar ve bu yasaların geleceğe yönelik öngörülerinin üzerine bir örnek çalışma yapalım. 2007 yılında 50 Mb/s içerik alan bir kullanıcı; yukarıda tanımladığımız Yasalara göre ne kadarlık içerik alması gerekir?

Yıllar	YASALAR(Mbit/s)		
	Gordon Moore	Jakob Nielsen	Seyit Çankaya
2007	10,00	10,00	10,00
2008	20,00	15,00	12,50
2009	40,00	22,50	15,63
2010	80,00	33,75	19,53
2011	160,00	50,63	24,41

Tablo 3

Tablo 3'te de görüldüğü üzere 2007 yılında 10 Mbit/s'lik hızla internet ortamına bağlanan bir kullanıcı için günümüzde gereksinim duyacağı internet hızı değerlendirilmiştir. Her üç yasa uygulandığında Gordon Moore yasasına(1) göre 160 Mbit/s, Jakob Nielsen Yasasına (2) göre 50 Mbit/s, Seyit Çankaya yasasına (3) göre 24 Mbit/s hız gerektiği hesaplanmaktadır.

EKF altyapısının geleceğine yönelik olarak Ülkemizde ve dünyada planlama yapılırken Seyit Çankaya yasasına uygun ağ oluşturulması durumunda hatalı veya atıl yatırım yapılması önlenecektir.

## DEĞERLENDİRME VE ÇIKARSAMALAR (ÖNERİLER)

Altyapı İşletici şirketler; Yönetim Sistemi aracılığıyla İçerik sağlayıcı şirketlerin içeriklerini kullanıcılara verebilmektedir. Yerleşik operatörler mevcut altyapılarını sonuna kadar kullanmak istediklerinden Alternatif Operatörleri/İçerik Sağlayıcıları yarandırmaları yeteri kadar iyi değildir. Alternatif operatörler kendi Genişbant ağlarını kurarak teknolojik üstünlüğü ele geçirmektedirler. Google gibi birçok yeni operatör, hızlarını (Gigabit Ethernet) çok üst noktaya çekerek, Yerleşik operatörler ile Alternatif operatörler arasındaki mesafenin oldukça açılmasına neden olmaktadır.

Altyapı İşletmecileri'nin EKF teknolojisi uygulanacak bölgede, bant genişliğinin gelişim değerleri öngörülmeden, bölgenin yapısı ve toplumsal gelişme irdelenmesi gerekir. Bu çalışma yapılmadan yapılacak yatırımlar ya kısa zaman içerisinde yetersiz kalacak veya uzun dönem boşa yatırım yapılmak durumunda kalacaktır. Geleceğe yönelik olarak yapılan EKF altyapısı kumar oynanmayacak kadar önemlidir. Operatörler EKF'ye eski Telekom altyapısı anlayışı ile yaklaşmaktadırlar. Oysa EKF teknolojisi ciddi stratejilerin belirlenip, uygun ağ mimarileri ve ürünlerin seçilmesini gerektirir. EKF teknolojisi ve ağına yönelik konular diğer yazıda ele alınacaktır.

### Notlar

1. Çankaya Seyit, Ertürk Servet, Optik İletim Kuramı, PTT Meslek Geliştirme Başmüdürlüğü, 1991, Ankara
2. <http://www.newscientist.com/article/mg21028095.500-ultrafast-fibre-optics-set-new-speed-record.html>
3. Bret Swanson, Coming Exaflood 1018 Adlı bildiri, FTTH Kongresi 2008, Paris,
4. Bret Swanson, Coming Exaflood 1018 Adlı bildiri, FTTH Kongresi 2008, Paris,
5. Intel şirketinin manevi emekli yönetim kurulu başkanı, kurucu ortağı.