



**EMO**



**KTÜ**



**TÜBİTAK**

## ÖNSÖZ

Giderek gelenekselleşen Elektrik Mühendisliği Ulusal Kongrelerinin beşincisinde Trabzon'da buluyoruz. EMO ile KTÜ Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nün işbirliği ve TÜBİTAK'ın katkısıyla gerçekleşmekte olan Kongremizin başarılı ve verimli geçmesi umundayız. Kongre sonuçlarından kıvanç duymak istiyoruz.

Kongre'de, bugüne kadar yapılmış çalışmalar ve yayınlanmış duyurulardan da anlaşılacağı gibi, bilinen yöntemlerin yanı sıra gelecek yıllara deneyim aktarabilecek yeni yaklaşımlar uygulanmaya çalışılmıştır. Bildiri özetlerinin değerlendirilmesine katılan uzman sayısının sistematik olarak artırılması, değerlendirme biçiminin daha da nesnelleştirilmesi, bildiri kitabında yeni yazım ve sunuş biçimlerinin oluşturulması gibi teknik gelişmelerin dışında ilginç olacağı sanılan panellerle güncel sorunların irdelenmesi ve yöresel öğelerle sosyal etkinliklere renk katılması amaçlanmıştır.

Kongrenin hazırlık ve düzenleme çalışmalarında bazı aksaklıklar olmuştur. Öncelikle kongre kararının olması gerekenden daha geç alınabilmiş olması, özet değerlendirme sürecinin posta trafiğinin çok yoğun olduğu bayram dönemlerine rastlaması hem Yürütme Kurulu'nu hem de Kongre'ye katılmak isteyenleri zor durumda bırakmıştır.

Kongrenin düzenlenmesi sırasında edinilen deneyimler ışığında sorunları çözücü ilkesel önerilerin ortaya konması yararlı olacaktır. Bunları kısaca sıralayabiliriz. Örneğin 6. Kongre'nin ya da kısaca EMUK'95'in nerede ve ne zaman yapılacağını şimdiden kararlaştırmak gerekmektedir. Bundan sonra Konferans olarak adlandırılması daha uygun olacak Kongre için sürekli ya da uzun süre görevli bir 'Ulusal Düzenleme Kurulu'nun oluşturulması ve bu Kurul'un temel ilkesel karar ve yöntemleri üretmesi daha elverişli olacaktır. Kongre'nin yapılacağı konumdaki işleri ise 'Yerel Düzenleme Kurulu' üstlenmelidir. 'Bilimsel Değerlendirme Kurulu'nun da ayrıntılı bir sınıflandırma ve nitelik belirlenmesi ile bir kere oluşturulması, yalnızca gelişen koşullara göre güncelleştirilmesi düşünülebilir.

EMUK, böylesi bir yapılaşma ile daha sağlıklı, zaman planlaması daha verimli- bir konferansa dönüşecektir kanısındayız. Örneğin bu durumda bildiri tam metninin de değerlendirme ve denetim sürecine girmeleri olanaklı kılınacak, şu ana kadar ancak Yürütme Kurulları'nın ayrıntılı olarak bilincine varabildiği teknik sorunlar ortadan kalkacaktır. Konferansda da içerik ve düzey açısından belirli bir iyileştirme sağlanabilecektir. Bunu en yakında, EMUK'95'de gerçekleştirmiş olarak görmek dileğindediriz.

Bilindiği gibi Kongremiz Elektrik, Elektronik-Haberleşme, Kontrol ve Bilgisayar Sistemleri alanlarında bilimsel-teknolojik özgün katkıların tartışılıp değerlendirilmesi ile araştırma, geliştirme, uygulama ve eğitim süreçlerindeki kişi ve kuruluşların birbirleriyle doğrudan iletişimini sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca sosyal yakınlaşma ve dayanışmaya da

katkıda bulunmaktadır. Ancak Kongre ve onunla birlikte oluşturulan sergi/fuarın çok değerli bir 'Mesleki Eğitim ve Geliştirme' aracı olduğu bilincinin kişi ve kurumlarda daha çok yerleşmesi için çaba gösterme gereği de ortaya çıkmaktadır.

Kongrenin gerçekleşmesini sağlayan, hazırlık ve düzenlemeleri üstlenen KTÜ, EMO ve TÜBİTAK'a, oluşturulmuş olan kurulların üyelerine, ayrıca burada adlarını saymakla bitmeyecek kişi ve kamu - özel - akademik nitelikli kuruluşlara, yardım ve katkıları nedeniyle, Kongre'nin yararlı sonuçlarını paylaşacak olan topluluğumuz adına teşekkürlerimizi sunmak isteriz.

Kongremizin başarılı ve verimli bir biçimde gerçekleşmesi, ülkemiz için bilimselin - teknolojik kazanımlar üretmesi dileğiyle Yürütme Kurulu olarak saygılarımızı iletiriz.

Doç. Dr. Güven ÖNBİLGİN  
Yürütme Kurulu Başkanı

# ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

## YÜRÜTME KURULU

Güven ÖNBİLGİN (KLU)  
Yakup AYDIN (EMO) Sefa AKPINAR (KTU)  
Canan TOKER (ODTÜ) Kaya DOZOKLAR (EMO)  
Hasan ÜİNCER (KIU) A.Oğuz SOYSAL (IU)  
Abdul İlah SEZGİN (KTU) İrfan SENLİK (EMO)  
Kenan SOYKAN (EMO) Y.Nuri SEVGİN (EMO)

## DANIŞMA KURULU

Rasim ALDEMİR (BARMEK) Mehmet KESİM (Anadolu U)  
Teoman ALPTURK (TMMOB) Macit MUTAF (EMO)  
Ahmet ALTINEL (TEK) Erdinç ÖZKAN (PTT)  
İbrahim ATALI (EMO) Kamil SOĞUKPINAR (TETSAN)  
Malik AVİRAL (ELİMKO) Sedat SİSBOT (METRONİK)  
Emir BİRGÜN (EMO) Atıf URAL (Kocaeli U.)  
Sıtkı CİĞDEM (EMO) I. Ata YİĞİT (EMO)  
R. Can ERKÖK (ABB) Fikret YÜCEL (TELETAS)  
Bülent ERTAN (ODTÜ) Hamit SERBEST (CU)  
Uğur ERTAN (BARMEK) Canan TOKER (ODTÜ)  
İsa GÜNGÖR (EMO) Nusret YUKSELER (ITU)  
Ersin KAYA (Kaynak) Kemal ÖZMEHMET (DEU)  
Okyay KAYNAK (Boğaziçi U)

## SOSYAL ETKİNLİKLER KURULU

Y. Nuri SEVGİN (EMO)  
**Necia** ÇORUH (PTT) **Hatice** SEZGİN (KTU)  
Esen ÖNKİBAR (TEK) Yusuf TANDOĞAN (PTT)  
Abdullah SEZGİN (KTU) Ömer K. YALCIN (TELSER)

## SEKRETERLİK HİZMETLERİ

Necmi İKİNCİ (EMO) Elmas SARI (EMO)

BİLİMSEL DEĞERLENDİRME KURULU

Cevdet ACAR (İTU)  
İnci AKKAYA (İTU)  
A.Sefa AKPINAR (KTU)  
Ayhan ALTINTAŞ (BiI.U)  
Fuat ANDAY (İTU)  
Fahrettin ARSLAN (IU)  
Murat ASKAR (ODTÜ)  
Abdullah ATALAR (BiI.U)  
Selim AY (YTU)  
Ümit AYGÖLU (İTU)  
Atalay BARKANA (Anadolu U)  
Mehmet BAYRAK (Selçuk U)  
Atilla BİR (İTU)  
Galip CANSEVER (YTU)  
Kenan DANIŞMAN (Erciyes U)  
Ahmet DERVİSOĞLU (İTU)  
Hasan DİNÇER (KTU)  
M.Sezai DİNÇER (Gazi U)  
Günsel DURUSOY (İTU)  
Nadia ERDOĞAN (İTU)  
Aydan ERKMEN (ODTÜ)  
İsmet ERKMEN (ODTÜ)  
H.Bülent ERTAN (ODTÜ)  
Selçuk GEÇİM (Hacettepe U)  
Cem GÖKNAR (İTU)  
Remzi GULGUN (YTU)  
Filiz GUNES (YTU)  
İrfan GÜNEY (Marmara U)  
Fikret GÜRGEN (Boğaziçi U)  
Fuat GURLEYEN (İTU)  
Cemi I GURUNLU (KTU)  
Nurdan GUZELBEYOGLU (İTU)  
Emre HARMANCI (İTU)  
Altuğ İFTAR (Anadolu U)  
Kemal İNAN (ODTÜ)  
Asım KASAPOGLU (YTU)  
Adnan KAYPMAS (İTU)  
Ahmet H. KAYRAN (İTU)  
Mehmet KESİM (Anadolu U)  
Erol KOCAOĞLAN (ODTÜ)  
Muhammet KOKSAL (İnönü U)  
Hayrettin KÖYMEN (Bil. U)  
Hakan KUNTMAN (İTU)  
Tamer KUTMAN (İTU)  
Duran LEBLEBİCİ (İTU)  
Kevork MARDİKİYAN (İTU)  
A.Faik MERGEN (İTU)  
Avni MORGUL (Boğaziçi U)  
Güven ÖNBİLGİN (KTU)  
Bülent ÖRENCİK (İTU)  
Bülent ÖZGUC (BiI.U)  
A.Bülent ÖZGÜLER (BiI.U)  
Yılmaz ÖZKAN (İTU)  
Muzaffer ÖZKAYA (İTU)  
Kemal ÖZMEHMET (DEU)  
Osman PALAMUTCUOGLU (İTU)  
Erdal PANAYIRCI (İTU)  
Halit PASTACI (YTU)  
Ahmet RUMELİ (ODTÜ)  
Bülent SANKUR (Boğaziçi U)  
M.Kemal SARIOGLU (İTU)  
Müzeyyen SARI TAS (Gazi U)  
A.Hamit SERBEST (ÇU)  
Osman SEVAİOGLU (ODTÜ)  
A.Oğuz SOYSAL (IU)  
Taner SENGÖR (YTU)  
Emin TACER (İTU)  
Nesrin TARKAN (İTU)  
Mehmet TOLUN (ODTÜ)  
Osman TONYALI (KTU)  
Ersin TULUNAY (ODTÜ)  
Nejat TUNCAY (İTU)  
Atıf URAL (Kocaeli U)  
Alper URAZ (Hacettepe U)  
Gökhan UZGÖREN (IU)  
Yiğdirim UCTUG (ODTÜ)  
Asaf VAROL (Fırat U)  
Sıddık B. YARMAN (IU)  
Mümtaz YILMAZ (KTU)  
Melek YÜCEL (ODTÜ)  
Nusret YUKSELER (İTU)  
Selma YUNCU (Gazi U)

## Çok Hızlı Bilgisayar Ağları Üzerinde Geleneksel Taşıma Katmanı Protokolları ile Çokluortanlı Veri İletişimi

Hakan Kalyoncu, Bülent Sankır  
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü  
Boğaziçi Üniversitesi, Bebek, 80815, İstanbul

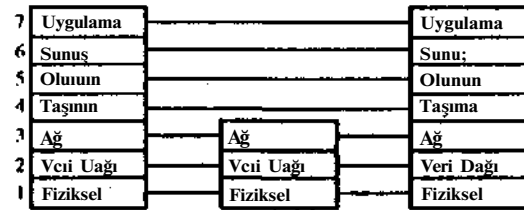
**Özetçe** - 1983 yılında ölçünü (Standard) hazırlanan ve günümüze dek yaygın olarak kullanılan geleneksel TCP protokolü başlangıçta düşük hızlı geniş alan ağları (WAN-Wide Area Network) için tasarlanmış olmasına rağmen, günümüzde optik lif teknolojisinin kullanıldığı çok hızlı yerel alan sızlarını da (LAN-Local Area Network) kapsayacak şekilde çok değişik ortamlarda kullanılmaktadır. İtu çalışmada, özellikle uçtan uca gecikmenin az olduğu iletişim ortamlarında yüksek hızlarda TCP protokolünün başarımı benzetim aracıyla ölçülerek belirli koşullarda kullanılabilirliği irdelenmektedir. İtu çalışmada araştırılan başarımlı ölçülü, işveren-işören (client-server) uygulaması çerçevesinde yüksek oylumlu veri isteğinde elde edilen iş çıkarma yeteneği (throughput) ve gecikmelerdir.

### 1. Giriş

Bilgisayar ağlarında iletişim, katmanlı bir yapıda düzenlenen değişik amaçlı birçok iletişim protokolünün uyumlu birlikteliği ile sağlanır. Bu katmanlı yapıda, herhangi bir protokol katmanı (N katmanı), diğer uçtaki eşkatman ile iletişimini sürdürürken bir alttaki kalmanın (N-1 katmanı) sunduğu hizmetleri kullanır ve bir üstteki katmana (N+1 katmanı) hizmet sunar. Bu yapının en güzel örneği. Uluslararası Ölçünler Örgütü'nün (ISO-International Standards Organization) bilgisayar ağları için önerdiği Açık Dizgeler Arabağlantı (ÜSI-Open Systems Interconnection) dayanak modelidir (Şekil I). Bu yapı her bir protokol kalmanının teknolojik gelişmelerle uyum içinde, diğer katmanlardan bağımsız olarak yenilenmesini olanaklı kılar. Ancak, son yıllarda, optik lif teknolojisindeki gelişmeye koşut olarak alt katmanlarda elde edilen veri hızındaki artış üst katmanlara aynı oranda yansımamıştır.

Uluslararası Ölçünler Örgütü'nün önerilen, Açık Dizgeler Arabağlantı dayanak modelinde dördüncü katman olan Taşıma Katmanı protokolü, uçtan-ıca bağlantının yapıldığı en alt katman olması nedeniyle iletişim temelli uygulamaların basanımını doğrudan etkiler. Bir OSI

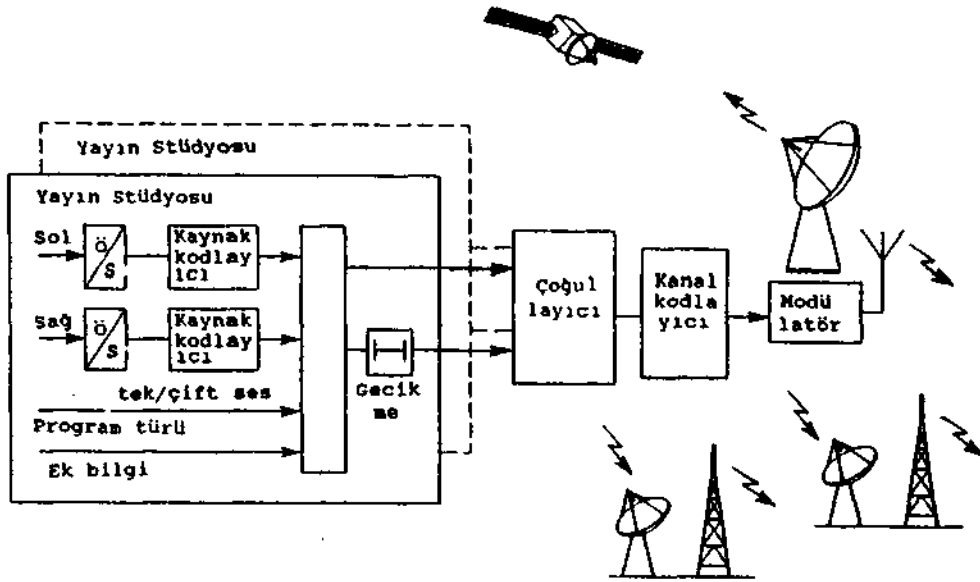
Taşıma Katmanı protokolü olarak önerilmiş olmamasına rağmen, günümüzde yaygın olarak kullanılan taşıma katman protokolü, bir Amerikan Savunma Bakanlığı askeri ölçünü olan. İletim Denetimi Protokolü (TCP-Transmission Control Protocol) adlı protokoldür. 1983 yılında ölçünü hazırlanan TCP, o yılların tipik veri hızları için ve geniş alan ağlarında (WAN-Wide Area Network) küçük boyutlu, genelde etkileşimli verilerin iletimi için eniyilenmiştir. Oysa günümüzde, özellikle optik lif teknolojisindeki gelişmelere koşut olarak çok yüksek hızlı ağ yapıları gündemdedir.



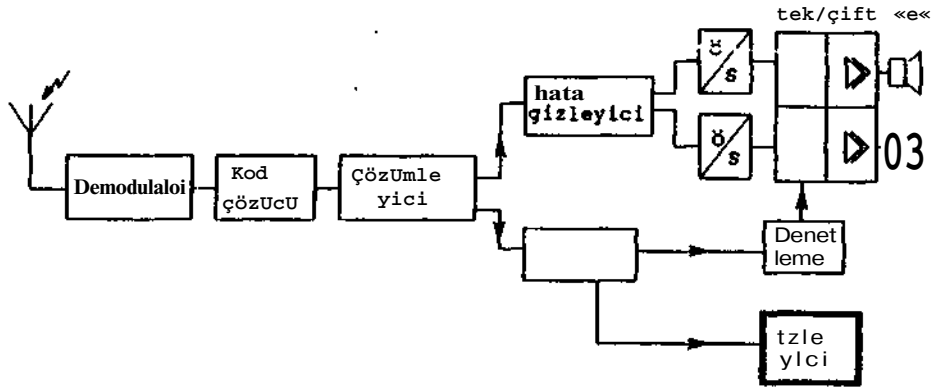
Şekil 1. ISO OSI Dayanak Modeli

Çokluortanlı iletişim dizgelerinde, veri, ses, resim gibi çok değişik yapı ve işlevdeki bilgilerin iletişimi gerçekleşir. Bu nedenle bu tür uygulamalar için özgül ve akıllı iletişim protokollarının kullanımı kaçınılmazdır. Ancak bu tür protokollar yerleşene değin günümüzde yaygın olarak benimsenmiş olan geleneksel iletişim protokollarının kullanımı sürecektir. Uçtan-ıca iletişimin yer aldığı en alt düzeydeki katman olan Taşıma Katmanının protokol başarımı, büyük iletişim debilerine sahip dizgelerin basanımını doğrudan etkiler.

Bu çalışmanın amacı, bir Taşıma Katman protokolü olan ve günümüzde oldukça yaygın olarak kullanılan TCP protokolünün değişik alt katman hızları için başarımını analizidir. Bildirinin ikinci kısmında TCP protokolü tanıtıldıktan sonra üçüncü kısımda, kullanılan benzetim izlencesi ve modeli anlatılmakta ve dördüncü kısımda benzetim parametrelerine değinilmektedir. Son olarak benzetim sonuçları irdelenimle ve TCP protokolünün başarımı tartışılmaktadır.

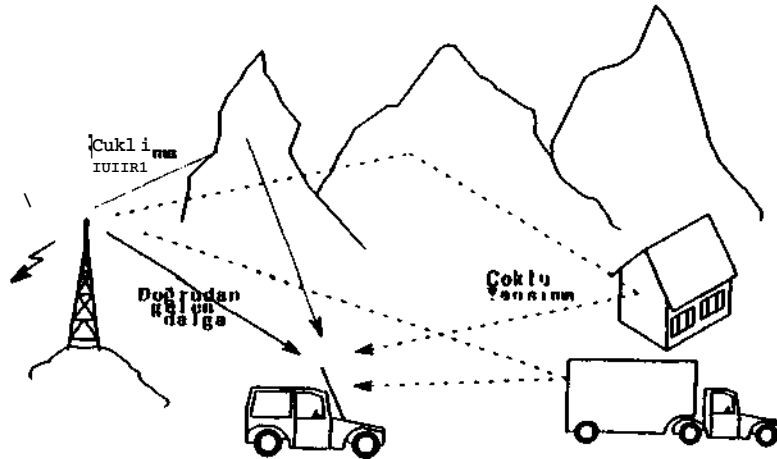


Şekil-2 uydu aracılığı ile yayın yapan SSY Dizgesinin öbek çizelgesi

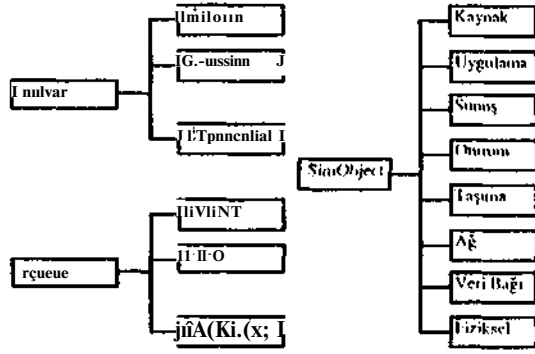


Şekil-3 SSY Alıcısının öbek çizelgesi

Trafik bilgisi  
Program bilgisi  
Durağan reaimler



Şekil-4 Çok yönlü ağırlıklı



Şekil 2. Bcn/.cliim modeli nesne yapısı

## 2. TCI-tletim Donelimi Protokolü

Geleneksel taşıma katmanı protokolları, tasarlandıkları zamanın tipik düşük hızlı iletişim ortamı için ve veri iletimi için eniyilenmişlerdir. 1980'li yıllardan itibaren geniş kabul gören TCP iletişim protokolü tipik olarak birkaç on kilobitlik bantgenişliğindeki paket açıklamalı geniş alan ağlarında en çok birkaç kilobayt boyundaki verilerin iletimi için tasarlanmıştır. TCP güvenilir ve bağlantılı iletişime yönelik bir taşıma kalmanı protokolüdür. Genel olarak İP (Internet Protocol) adlı ağ katmanı protokolünün sunduğu hizmetleri kullanarak iletişimdeki iki bilgisayar arasındaki uçtan-uca iletişimi olanaklar. Bunu yaparken, alt katmanlardaki iletişimin hatalı ve kayıplı olabileceğini varsayar. Paket kayıpları, bozulmaları, fazlalıkları, sırasızlıkları ve ağ tıkanıklıkları gibi durumlara karşı gürbüzdür [11].

Alt katmanlarda olabilecek veri kayıplarına karşı, olumlu alındıktan sonra yeniden iletme (PAR-Positive Acknowledgement with Retransmission) yöntemi kullanılır. Buradaki strateji, iletilecek üzere alt katmana geçirilen bir veri bölümüne ilişkin alındı gelene dek bölütün dönemi aralıklarla yeniden iletilmesidir. TCP her bir veri sekizlisi (oetet) için bir sıra numarası atar. Böylelikle kayıp, tekrar ve yanlış sıralı veriler belirlenir. Protokol, pencerelemeli akış denetimi yöntemini kullanır. Pencerenin boyu sekizli olarak belirtilir ve veri sıra numarası ile tanımlanır. Pencere bilgisi, herbiri en çok 64Kbayt olarak iletilen tüm bölülleide yerel olarak güncel pencere bilgisi alışverişi (geri beslemesi) sağlanır. İletişim isteyen üst katman protokolü, etkin (aktif) ya da edilgen (pasif) kiplerden birini kullanarak bağlantı kurar. Edilgen bağlantı ile üst katman diğer üst katmanlardan gelecek bağlantı isteklerinin karşılanmasını TCP'ye bildirir. Genellikle etkin bağlantı ile karşı taraftaki bir edilgen bağlantı hedeflenir. Bağhntı kurulduktan sonra iki yönlü veri iletimi yapılabilir.

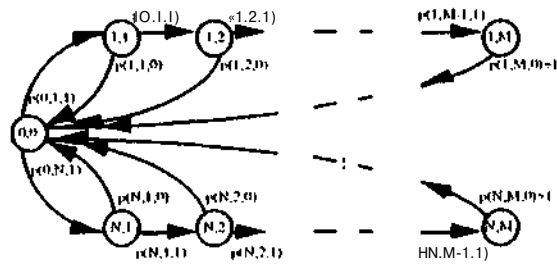
## 3. Benzetim Modeli

Benzetim çalışmalarında için nesneye yönelik programlama (oop-object oriented programming) yöntemleri kullanılmıştır. Bu amaçla Şekil 1 de gösterilen, ISO OSI dayanak modeline benzer, katmanlı yapıdaki bilgisayar ağ protokollerinin benzetimi ve başarını analizi için C++- programlama dili kullanılarak geliştirilen ProSim adlı izlence kullanılmıştır [2]. Bu izlencede her bir protokol katmanı SimObject temel sınıfından üretilen yeni bir sınıfın nesnesi olarak tanımlanır. Kurulan protokol model yapısı Şekil 2'de gösterilmiştir). Değişik ortamlar için başarı analizinin kolaylıkla yürütülebilmesini olanaklamak için I, OSI dayanak modeline birde Kaynak Katmanı eklenmiştir.

Bu çalışmadaki başlıca amacımız TCP protokolünün değişik alt katman hızları karşısındaki başarımının analizi olduğundan Taşıma kalmanı, TCP protokolünü uyumlu bir şekilde ayrıntıyla modellenmiştir. Kaynak, uygulama, veri bağı ve fiziksel katmanlar ise arkaplanda Taşıma Katmanı'na yönelik hizmet işlem ve sunuşlarının istatistiğini oluşturacak düzeyde ayrıntılandırılmıştır. Diğer katmanlar ise sorunun irdelenmesinde etkileri olmadığı için gözardı edilmişlerdir.

### 3.1. Kaynak Kalmanı Modeli

Değişik uygulamaları benzetime sokabilmek amacıyla OSI dayanak modelindeki katmanlara ek olarak, benzetim modeline kaynak katmanı eklenmiştir. Bu kalman başlıca iki birimden oluşur: ağdaki görevli bilgisayar süreçlerinin modellendiği işgören (server) nesnesi ve işgörene bağlanarak sunduğu hizmetleri kullanan işveren (client) nesnesi.



Şekil 3. İşveren Markov zinciri

İşveren Şekil 3'de durum çizgesi gösterilen bir Markov zinciri ile modellenmiştir:

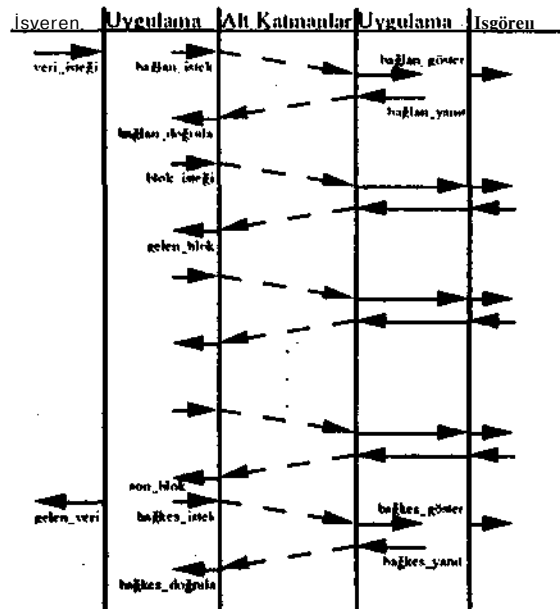
- ° İşveren işgörenden N farklı boyutta veri isteyebilir.
- ° Herbir veri boyutu için ardanla M sayıda istek yapılabilir.



- °  $L(i)$ , ( $i=1,2,...,N$ ),  $i$  türündeki verinin bit olarak boyunu gösterir
- "İşverenin durumu  $S(i,j)$ , ( $i=1,2,...,N; j=1,2,...,M$ ), şeklinde gösterilir. Burada  $i$  o anda istenen veri boyutunu,  $j$  ise o boyuttaki ardışıl kaçıncı istek olduğunu belirler. Yani  $S(i,j)$  durumu  $L(i)$  bit boyundaki verinin peşpeşe olarak  $j$ 'inci kez istendiği durumu gösterir.  $S(0,0)$  boştaki (idle) durum için kullanılır.
- °  $S(i,j)$  durumundaki kullanıcı ya  $P(i,j,1)$  olasılıkla, aynı boyutta bir veri isteği daha yaparak  $S(i,j+1)$  durumuna geçer ya da  $P(i,j,0)$  olasılıkla  $S(0,0)$  durumuna geçer.
- ° işveren herhangi bir durumda kalma süresi  $T(i,j)$  rasgele değişkeni ile belirlenir.

İşgören ise kendisine ulaşan her veri isteğini iletinin boyu ile orantılı bir süre sonra yanıtlayan bir rasgele süreç şeklinde modellenmiştir.

### 3.2. Uygulama Katmanı Modeli



Şekil 4. Uygulama Katmanı istek/yanıt işlemleri.

Uygulama katman, üst katmana hizmet sunarken alt katmandan güvenilir bir hizmet aldığı varsayar. İşveren katmanından gelen veri isteği için öncelikle alt katmana bir bağlantı\_isteği paketi geçirilir. Bağlantı kurulduktan sonra, üst katmanın isteği, Şekil 4'le zaman çizelgesi ile gösterilen bir ya da daha çok veri yığıtı isteğine dönüştürülerek iletilir. Üst katmanca istenen verinin tamamı alındığında bunlar bir bütün olarak üst katmana geçirilir ve aynı zamanda alt katmana bağlantı-kapatma isteği iletilir.

### 3.3. Taşıma Katmanı Modeli

Taşıma katmanı protokolü olan TCP ölçününde belirtildiği şekliyle, ayrıntılı olarak modellenmiştir. Yalnızca, acil veri (urgent data), yarıda kesime (abort) gibi analizin amacıyla doğrudan ilintili olmayan birkaç ayrıntı modellenme sırasında göz ardı edilmiştir.

TCP modeli ikisi ölçün gereği (*recv\_qnene* ve *send\_queue*) ve diğerleri (*tolp\_queue* ve *to\_ulp\_queue*) alt ve üst katmanlarla ileti alış-verişi için olmak üzere başlıca dört kuyruktan oluşur. Diğer tüm katmanlarda olduğu gibi ileteler alt ve üst katmanlara, sırasıyla *tojouer* ve *toupper* yöntemleri (method) kullanılarak *to\_Up\_queue* ve *lo\_ulp\_queue* kuyrukları aracılığıyla geçirilir. Üst katmandan gelen ileli TCPye uygun bir yapıya dönüştürüldükten sonra ölçüne uygun olarak *eSend* olayı üretilir. Bu olay ölçünün gerektirdiği diğer olayları (*c&etransmit*, *eNetDeliver*. vb.) tetikler ve TCP protokolünü uygun bir şekilde ileti alt katmana geçirilerek bağlantının diğer ucundaki TCP katmanına iletilir.

Veri iletişimine ek olarak etkin ve edilgen bağlantı kurulması ve bağlantı çözülmesi olayları da modelde yenilir. Bu işlemler üst katmanın *eConnect* (etkin bağlan), *eListen* (edilgen bağlan) ve *eDisconnect* (bağlantıyı çöz) olaylarını tetikleyen komut iletileri ile sağlanır.

### 3.4. AH Katman Modeli

Taşıma katmanı protokolünün değişik alt katman hızları için başarısının irdelenmesi çalışmanın temel nedeni olduğundan işveren ve işgören in doğrudan birbirleri ile bağlı oldukları varsayılmıştır. Bu nedenle alt katman işlevlerinin tümü Fiziksel Katman aracılığıyla modellenmiş ve diğer alt katman modelleri benzetim izlencesinin hızlı çalışması için göz ardı edilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada sözkonusu olan benzetimler için fiziksel katman, hızı ve hata olasılığı para metrik olarak belirlenen iki yönlü (full-duplex) bir bağlantı ile modellenmiştir.

## 4. Benzetim Parametreleri

### 4.1. Kaynak Katmanı Parametreleri

Kaynak katmanı modelinin işveren tarafı, sürekli ve yüksek oylumlu veri taşıma senaryosuna yolaçmak için aşağıdaki değerler kullanılmıştır:

$$N = M = 1$$

$$T(0,0) = 0.0$$

$$L(i) = 8388608 (8Mbit)$$

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

Bu değerler işverenin düşünmeksizin, ard anla 8 Mbit boyunda veri isteğinde bulunması anlamına gelir.

Kaynak katmanı modelinin işgören tarafı değerleri ise veri arama hızı 0.01 ile 0.2 saniye arasında düzgün dağılımlı ve IOM bit/saniye veri aktarım hızında olacak şekildedir.

#### 4.2. Uygulama Kalınan Parametreleri

Herbir işveren isteği uygulama katmanına ulaştığında işveren tarafı ile bağlantı kurulum ve tek bir blok isteği olarak işgören tarafına aktarılır. Verinin tümü alındığında bağlantı çözülür.

#### 4.3. Taşıma Katmanı Parametreleri

TCP protokoluna uygun şekilde aşağıdaki parametreler kullanılmıştır:

En büyük paket boyu=65535 sekizli  
En küçük paket boyu=160 sekizli  
Birikimse! alındılama zamanaşımı=2 sn  
Yeniden iletim zamanaşımı=algorilmik  
Pencere boyu=8 paket

Alındılama için iki farklı yöntem kullanıldı: alınan veri paketleri ile ilgili alındı bilgilerinin belirli bir zamanaşımı süresince biriktirilerek zamanaşımı sonucunda karşı uca iletildiği *birikimsel (cumulative) alındılama yöntemi*, ve alınan her paket ile ilgili alındı bilgisinin anında karşı uca iletildiği *tüm alındılama yöntemi*.

Yeniden iletim (retransmission) zamanaşımı hesaplama algoritması olarak ölçünde öngörülen yöntem kullanılmıştır. Buna göre, gönderilen herhangi bir sekizli ve ona ilişkin alındı ölçülerek iki yönlü veri gecikme süresi (RTT-Round Trip Time) kestirilir ve buradan yumuşatılmış RTF (SR'IT);

$$SRTT = (a \cdot SRTT) + ((1 - a) \cdot RTT)$$

olarak hesaplanır. Yeniden iletim zamanaşımı değeri ise

$$RTO = \min(U, \max(L, (|i \cdot SR'IT)))$$

olarak hesaplanır.

Hesaplamalarda kullanılan değişkenler ölçünde şöyle tanımlanmıştır:

U=zamanaşımı üst sınırı (örn. 1 dakika)

L=zamanaşımı alt sınırı (örn. 1 saniye)

a=yumuşatma çarpanı (örn. 0.8 - 0.9)

|i=gecikme değişimi çarpanı (örn. 1.3 - 2.0)

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

#### 4.4. Alt Katman Parametreleri

Alt katman olarak doğrudan iki-yönlü bağlantı varsayılmıştır. Bu bağlantı için benzetim değişkenleri olarak,  $10^{-n}$  bil hata olasılığı ve  $10^n$  sn gecikme parametreleri benimsenmiştir.

#### 5. TCP Başarımı

Başarım analizi için ProSim protokol benzetimi programında Kısım 4'te verilen model parametreleri kullanıldı. İletişim uygulaması olarak işveren-işgören yapısında çalışan ve yüksek oylumlu veri isteklerini gerektiren bir dizge öngörüldü. Bu yapıdaki uygulama dizgesine, tıp alanında radyoloji birimlerinde kullanılmak üzere önerilen Resim Arşivleme ve İletişimi Dizgesi (PACS-Picture Archival and Communication System) örnek gösterilebilir [3].

Benzetim her iki alındılama yöntemi için ve 32K-40M bit/sn erimindeki değişik alt katman hızları için yürütüldü. Benzetim programı her bir alt katman hızı (AKH) için on adet 8M baylık veri işgörenden işverene taşınacak şekilde çalıştırıldı.

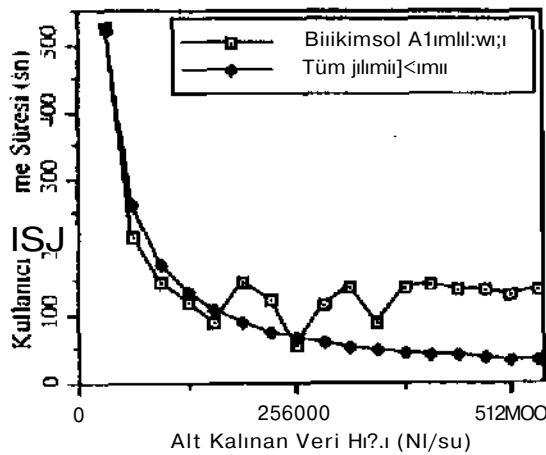
Bu kısımda verilen üst katman başarım eğrilerindeki gecikmeler ve hızlar, işveren tarafından veri isteği paketinin hazırlanıp alt katmana geçirildiği an ile bu isteğin karşılandığı verinin tümünün işverene ulaştığı an arasında geçen süre için hesaplandığından elde edilen başarım değerleri tek bir katmanın değil, bir bütün olarak uygulamanın basanını yansıtmaktadır. Ayrıca, salt TCP protokolünün uygulama başarımına etkisi konusu irdelendiğinden, işgören uçbirimi ile işveren uçbiriminin doğrudan öngörülen hızdaki bir fiziksel ortam ile bağlı oldukları varsayılmıştır. Böylelikle, başarım sonuçlarının ağ ortamındaki aıkaplan veri trafiğinin etkilerinden arınmış olması sağlanmıştır.

Kullanıcının ortalama resim bekleme süresinin alt katman hızına göre değişiminin gösterildiği Şekil 5 incelendiğinde, her iki alındılama yönteminde düşük hızlar için ( $< 1M$  bit/sn), alt katman hızındaki artışın üst katmandaki bekleme süresine yaklaşık aynı oranda yansıdığı görülür. Örneğin 32K bit/sn Mik AKH için 522 sn olan veri bekleme süresi, AKH iki katına çıkartıldığında yaklaşık yarıya düşmektedir (215 sn), ve bekleme süresindeki bu azalma 256K bit/sn lik AKH'na dek benzer şekilde sürüyor (256K bit/sn AKH için 54 saniye bekleme). Ancak bundan sonra alt katman hızı arttıkça birikimsel alındılama yönteminde  $1M$  bit/sn AKU'na dek yaklaşık 130-140 sn olan

bekleme süresi bu 1 M-40M bit/sn AKII erimimle 130'dan 55 saniyeye doğrusal olarak el üşü inektedir. Oysa bu düşüş liim alındılarım yönlenil için daha belirgindir ve tüm hızlar için bir süreklilik vardır.

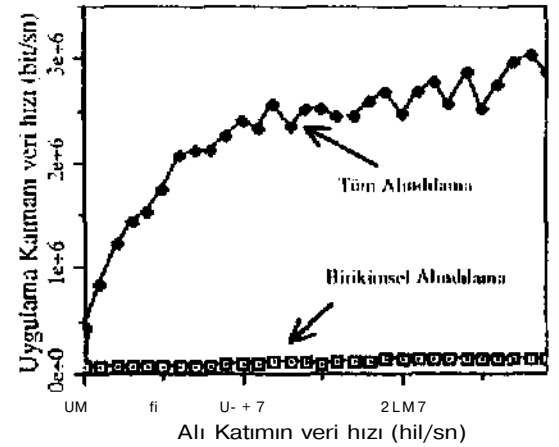
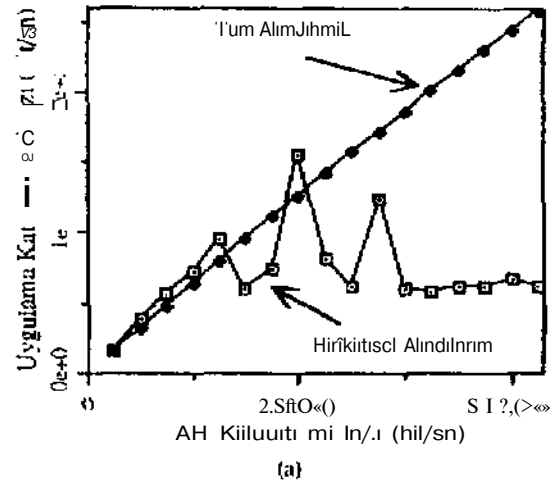
Şekil fi Uygulama Katmanı'nda elde edilen bilgi iletini hızının alt kalınan hızına göre değişimini göstermektedir. Bu değişim düşük hızlar ve yüksek hızlar için iki ayrı eğri şeklinde verilmiştir. Düşük hızlar için eğri incelendiğinde uygulama katmanında elde edilen başarımın alt kalman hızının yaklaşık yarısı olduğu görülür. İ.İde edilen bu hız çok düşük gibi görünse de, hesaplamada kullanılan süre, işverence hazırlanan veri işleği paketinin işgörene ulaşması, bu işleğin işgörene işlenmesi ve verinin işverene yollanması süreçlerini de içerdiğinden düşük hızlar için TCI'ı haşarınınim yeterli olduğu söylenebilir. Hinkinsel alındihuna yöntemi kullanıldığıında elde edilen üst kalman lı/mın, düşük AKII için tüm almdılama yönteminde elde edilenden daha iyi olduğu görülüyor.

Yüksek hızlar içinse ( $> 1M$  bit/sn) durum farklıdır. Hu hızlarda birikimsel alındılama yöntemi, üst kalınanlarda elde edilen hız alı katman hızındaki artışı yeterli oranda karşılayamamaktadır. Bunun başlıca nedeni TCP protokolunda jt 11 udi lama için 2 saniyelik değişmez zamanasını değeriinin kullanılmasıdır. Her iki alındı arasında 2 saniye beklendiği, gönderme penceresi boyu 8 paket olduğu ve en büyük paket boyunun 65535 sekizli olduğu düşünülduğünde, başka hiçbir gecikme olmadığı varsayılsa bile hız ne kadar artarsa lulsu bu iki saniye içinde en çok 4M bit (64K x 8x8) veri iletilebilir. Tüm alındılama sonuçları yukarıdaki önermeyi doğrulamaktadır.

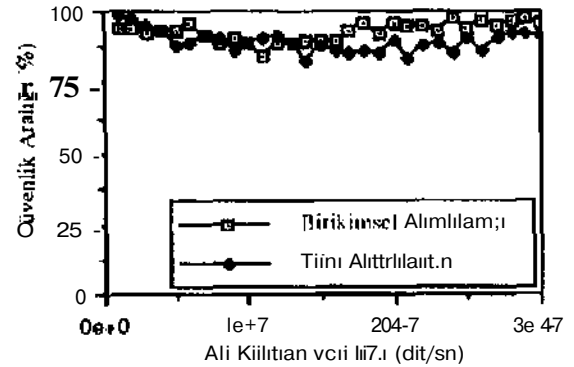


Şekil 5. Kullanıcının orijinal resim ile iletme hızının alt kalınan hızına göre değişimi.

74Ü



Şekil 6. Uygulama Katmanı'nda veri iletme hızının alt kalınan hızına göre değişimi. (a) düşük hızlar için, (b) yüksek hızlar için



Şekil 7. Üst kalınan hızı için güvenlik aralığı.

Yukarıda değinilen benzetim sonuçları için güvenlik aralığı (confidence interval) yilzdc olarak Şekil 7'deki grafik ile gösterilmiştir. Güvenlik aralığı hesaplamalarında sonuçların Gauss dağılımlı rasgele değişkenler okluğu varsayımı yapılmıştır.



YENİ RADYO TELEVİZYON YASASI VE RADYO TELEVİZYON  
YAYINCILIĞINDA TEKNİK İLKELER

Ali Nihat YAZICI: TRT Teknik Plan.Koord.Dai.Bşk. Mühendis  
P.K.76 Yenişehir 06442 ANKARA

Mustafa PUÇULUOĞLU: TRT Araş.İmi.Dai.Bşk. Mühendis  
TRT AR-İM 06450 OR-AN ANKARA

1.ÖZET:

Yeni Radyo Televizyon Yasası teknik yönden neler içermelidir ? Radyo Televizyon Yayincılığında hangi teknik ilkeler uygulanmalıdır ?

1989 Yılında 3517 sayılı Yasa ile TRT vericilerinin teknik aygıtlar ve 1400 çalışanı ile birlikte PTT»ye devri yasadışı özel radyo ve televizyon kuruluşlarının ortaya çıkmasına olanak tanıyan bir uygulama oldu.

Aradan bir yıl geçmeden, 1990 Yılında ilk yasadışı özel televizyon kuruluşu yayınlarına başladı.

Hükümetlerin bu konuya duyar-sız kaldığı üç yıl içinde bu yasadışı kuruluşların sayısı bilinmeyen bir rakama ulaştı.

TMMOB - EMO Merkezi ve şubeleri bu konuda sorunları saptamak ve çözüm yolları bulmak üzere çeşitli paneller düzenledi ve çeşitli çalışmalar yaptı. Elde edilen veriler ve görüşler gerek bültenlerde ve gerekse EMO Dergisi'nde yayınlandı.

Bu sürecin gelişiminde, radyo televizyon yayıncılığı iş kolunda çalışan mühendisler olarak bizler, meslektaşlarımızı konu hakkında bilgilendirmek ve yeni yasada olması gereken öğeleri saptamak üzere bu bildiri hazırladık.

Yanıtlanması gereken üç sorumuz var:

1- Son üç yılda yaşadığımız bu süreç teknik açıdan neler getirdi ?

2- Çıkması beklenen radyo televizyon yasası teknik anlamda neler içermeli ?

3- Elektrik mühendisleri olarak sözü edilen süreç içerisinde ne gibi yanlışlara neden olduk ?

2. YASAL TANIMLAR:

Bildirimizi sunarken kullanacağımız bazı yasal tanımları bu aşamada açıklamak gerekiyor.

2.1-Radyo Yayını: Elektromanyetik dalgalar yoluyla halkın doğrudan alması maksadıyla yapılan ses yayınlarını, (2954.3.a)

2.2- Televizyon Yayını: Elektromanyetik dalgalar yoluyla halkın doğrudan alması maksadıyla yapılan, hareketli veya sabit resimlerin sesli veya sessiz kalıcı olmayan yayını, (2954.3.b)

2.3- Radyo ve Televizyon Verici İstasyonu: Radyo ve televizyon yayını yapmak üzere donatılmış her türlü hareketli veya sabit tesisi, (2954.3.d)

2.4- Kablo televizyon:Televizyon yayınının kablo, cam iletken ve benzeri fiziki ortam üzerinden halkın alması maksadıyla abonelere ulaştırıldığı yayın türünü, (2954.3.e)

2.5- Kapalı devre televizyon sistemi: Televizyon yayını dışında eğitim, öğretim, güvenlik ve turizm gibi belirli amaçlar için bir bina dahilinde veya birbiriyle ilişkili binalar grubunda kullanılan kablo televizyonu, (2954.3.f)

2.6-"Telsiz" terimi, aralarında herhangi bir fiziki bağlantı olmaksızın elektromanyetik dalgalar yoluyla açık veya kodlu veya kriptolu ses, data ve resimleri vermeye, almaya veya yalnızca vermeye veya almaya yarayan sistemleri, (2813.3.a)

2.7-"Enterferans" terimi, ilgili kanun ve tüzüklere uygun olarak sağlanan her türlü haberleşme hizmetini engelleyen, haberleşmede kesinti doğuran veya kalitesini bozan her türlü yayın veya elektromanyetik etkiyi (2813.3.d)

2.8-Her türlü telsiz sisteminin kurulmasına ve işletilmesine müsaade edilmesi ve kontrolü Devletin yetki ve sorumluluğundadır. (2813.4.a)

2.9-Ulaştırma Bakan).ağınca **telsiz verici v^ verici-tesisi kurma ru),«Ati V»rii»n kamu kurum ve kuruluşları için her türlü tesisleri her verici v^y\* v»-rici-alıcı cihaz için fcIF' satname almak mecbur iye Cında- dirler. (2813.13)**

### 3.TEKNIK TANIMLAR:

Kullanılan teknik tanımlar yasa koyucunun yasalara yazdığı tanımlara uymaktadır. Bununla birlikte ayrıntılı vermek ve teknik tanımları gözden geçirmek istiyoruz.

3.1- Televizyon Verici İstasyonu: Stüdyodan çıktıktan sonra herhangi bir iletim ortamından yararlanılarak (radyo-link, uydu, kablo ya da radyo frekansı) bir verici aygıtının girişine ulaştırılan resim işaretinin bu verici aygıtından uzaya yayınlanmasını sağlayan donanımdır. Televizyon verici istasyonu aynı zamanda bir telsiz vericisidir. (Şekil-1)

3.2- Televizyon Yardımcı Verici İstasyonu (Aktarıcı): Veri-

ci ile aktarıcı arasındaki en önemli fark aktarıcının girişinde RF olmasıdır. Aktarıcıya resim ve ses işareti ayrı ayrı girilemez. Televizyon Yardımcı Verici İstasyonu aynı zamanda telsiz vericisidir. (Şekil-1)

3.3- Kablo TV Dağıtım Dizgesi: **çeşitli televizyon ya da radyo yayınlarının ya da bir tek yayınının toplandığı bir merkezden, abonelere kablo aracılığı ile kapalı olarak dağıtılmasıdır. (Şekil-1)**

3.4- Radyo Verici İstasyonu: Farklı iletim ortamları kullanılarak, stüdyodan gelen ses işaretinin farklı modülasyon yöntemlerinden (GM, FM) biri **kullanılarak uzaya verilmesini** sağlayan donanımdır. Radyo vericisi de telsiz sınıfına giren bir dizgedir.

3.5- TVRO (Television Receiver Only) Uydu yayını alan dizge: Bu dizge uydudan yapılmakta olan yayını bir uydu anteni >racilüfip ile alarak RF işaretine çevirir. (Şekil-2) Bu dizgenin en önemli ayrıcalığı alınan işaretin bir ya da daha çok TV alıcısında kullanılması amacına yönelik olmasıdır. Eğer ara frekansta kuvvetlendirme yapılarak uzaya elektromanyetik dalga yayan bir dizge olarak kullanılırsa televizyon verici istasyonu sınıfına girer. (Şekil-3)

### 4.YAŞANAN TEKNİK SÜREÇ:

1982 Anayasası'nın değiştirilen 133.Maddesi eski haliyle radyo televizyon verici istasyonlarının kurulması, işletilmesi ve planlanması ile yayınların izleyiciye ulaştırılması görevini Devletin tekeline bırakıp, bunun TRT eliyle gerçekleştirileceğini belirtir.

Fakat, 21 Ocak 1989 tarih ve 3517 sayılı Yasa ile vericiler tüm araç, gereç ve 1400 çalışanı ile PTT'ye devredilmiştir. Bu arada belediyeler yasadışı televizyon vericileri

kurularak yabancı televizyon kanallarının yayınına yayınlamaya başlamışlardır. RTL yayınları nedeniyle 1989'da İçişleri Bakanlığı bunlardan bir kısmını kapatmıştır. Ancak yasadışı Star-1 kuruluşunun da bu yöntemi kullanmaya başlaması üzerine yetkililer konuyu takipten vazgeçmişlerdir. Yasadışı star-1 kuruluşu önce bu vericileri getirerek belediyelere hibe etmiş ve belediyelerce kurulmuş gösterilmiştir. Kimsenin ilgilenmediği görülünce de adı geçen yasadışı kuruluş vericileri kendisi kurmaya başlamıştır. Diğer yasadışı özel televizyon kuruluşlarının da yayına başlamasıyla frekans karmaşası ve yayınların birbirini karıştırarak bozması (enterferans) yaygınlaşmıştır. 2813 Sayılı Yasa'da (Bkz.2.8) açıkça belirtildiği gibi frekans planlaması dışında kullanılan ve halkın doğal malı olan frekanslar bir anlamda yasadışı kuruluşlar tarafından çalınmış ve bu frekanslarda yapılan yayınlarla yasal olan TRT yayınlarının yayınlandığı frekanslar ve ulusal güvenlik ve uluslararası anlaşmalarla yasaklanan yaşamsal frekanslar taciz edilmiştir.

İlgili yasalarda açıkça yasak olduğu görünen bu durumda Telsiz Genel Müdürlüğü (TGM) 60'ın üzerinde suç duyurusu yapmış, ama hiçbir sonuç alınamamıştır. Ne yazık ki, mahkemeler, bilgisiz, ehliyetsiz, veya güdümlü bilirkişilerin verdiği, bilirkişilik müessesesini zedeleyici, gülünç bilirkişi raporlarına dayanarak takipsizlik kararları vermişlerdir.

Bu işkolunun yasadışı olmasından dolayı, Devlete karşı gerçek anlamda bir mali yükümlülük içermemektedir. Bu nedenle özel girişimciler hızla bu sektöre yatırım yapmış ve bunun sonucunda da yasadışı özel televizyon kuruluşlarının sayısı şu anda kestirilemeyen

bir rakama ulaşmıştır. Doğal olarak gereksinme duyulan verici istasyonu donanımı, amfikatör adı altında yasadışı yollardan ithal edilmiştir.

Ardından, radyo istasyonu kurmanın daha ucuz olduğunu farkeden girişimciler hızla bu sektörde yatırım yapmaya başlamışlardır.

Bu yıl başında, Ulaştırma Bakanlığı yasadışı radyo verici istasyonlarının kullanılan bazı yaşamsal frekansları enterfere ettiğini gerekçe göstererek yasadışı radyo verici istasyonlarının tümünü kapattırılmıştır. Ancak, aynı duyarlılığı kesinlikle yasadışı olan özel televizyon yayın kuruluşlarının kapatılması için (nedense ?) göstermemiştir.

Kamuoyunun gösterdiği tepki, yasadışı televizyon kuruluşlarının olayı körüklemesiyle "radyomu istiyorum" sloganına dönüşmüştür. Oysa aynı kamuoyu (!), Devletin tekelinin kaldırılarak yasadışılığa son verilmesi ve özgür haberleşme ortamının sağlanmasını getirecek olan yeni yasaların çıkması için aynı tepkiyi göstermemiştir. Bu tepkinin de oluşturduğu baskıyla Yüce Mecliste çalışmalar hızlandırılmış ve yıllar önce değiştirilmesi gereken Anayasa'nın 133.Maddesi değiştirilerek Devlet tekelini kaldırılmıştır. Ancak, yasadışı olan hala yasadışıdır. çünkü, Anayasa'nın 133.Maddesi dışında 2813 sayılı Telsiz Kanununun ve 2954 sayılı Radyo Televizyon Kanununun değiştirilerek özel radyo ve televizyon yayıncılığının yasal olması için yeni düzenlemeler yapılmalıdır. Halen Yüce Meclisin ilgili organlarında çalışmalar devam etmektedir.

##### 5. YENİ YASADA YER ALMASI GEREKEN UNSURLAR:

Halkın ve ülkemizin yararına çıkarılacağını umut ettiğimiz özel radyo televizyon yayıncı-

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

1. jçım. düzenleyecek olan yeni yasada yer alması gereken unsurları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

5.1-Yeni düzenlemede hiçbir frekans işgali kazanılmış hak sayılmayıp, Ulusal frekans pl.anlaması yapılmalıdır.

5.2-Yeni düzenlemede, TRT gerçek anlamda özerk hale getirilmeli ve iktidarların gölgesinden kurtarılmalıdır.

5.3-Özel kuruluşların medya tekeli olmaları önlenmeli ve yansız yayın yapmaları için yasal yaptırımlar konulmalıdır. Anayasa'nın temel ilkelelerine karşı yayın yapılması engellenmeli ve yasal güvence altına alınmalıdır.

5.4-- To1 «W i zyon vn radyo yayınları tıpkı diğer ürünler gibi birer üründürler. Bu nedenle çıkacak olan yasada tüketici hakları göz önüne alınmalı ve yayın kalitesi konusunda yaptırımlar getirilmelidir. Yayınların gerek teknik kalite olarak gerekse program içeriği olarak uluslararası standartlara uygun olması sağlanmalıdır.

5.5- PTT'nin elinde olan vericiler gerçek sahibi olan TRT'ye devredilmelidir.

5.6- Demokratik örgütlerin, yerel yönetimlerin ve kamu kuruluşlarının sınırlı sayıdaki frekanslardan yararlanmaları yasal güvence altına alınmalıdır.

5.7- Bu işkolunda çalışan tüm emekçilerin hakları, yasa ile güvence altına alınmalı ve sendikalaşma ve örgütlenme hakları sağlanmalıdır.

5.8- Yasanın uygulayıcısı ve uygulamaların takipçisi olacak Üst Kurul'da TMMOB adına, EMO'dan bir temsilci bulunmalıdır.

r,.SONUÇ.:

Çok seslilik ülkede demokrasi-nin ve özgürlüğün kalıcı olmasına katkıda bulunacaktır.

özel ve kamu radyo ve televizyon yayınlarını düzenleyecek olan yasanın ( ya da yara-lar:T>) demokrasi-nin ve çoksesliliğin gereği olduğuna inanıyoruz.

Çıkacak olan yasanın teknik anlamda bir çok unsuru içermesi nedeniyle Elektrik-Elektronik mühendislerinin yasanın çıkması ve uygulanmasında gerekli duyarlılığı ve sorumluluğu göstermelerini bekliyoruz.

KAYMAKÇA:

L-Yazıcı Ali Nihat, "nenim radyolarını dıç II, va benim radyolarım ve televizyonlarım", FHO Ankara şubesi Bülteni, Mayıs 1993, 6-9.

2- l'uçuluoğlu Musatof, Ali Nihat Yazıcı, Atilla Turialı, " Bir kişi raporlarının EMO Onur Kuruluna Sevki", Eylül 1992.

YAZARLARIM ÖZGEÇMİŞİ:



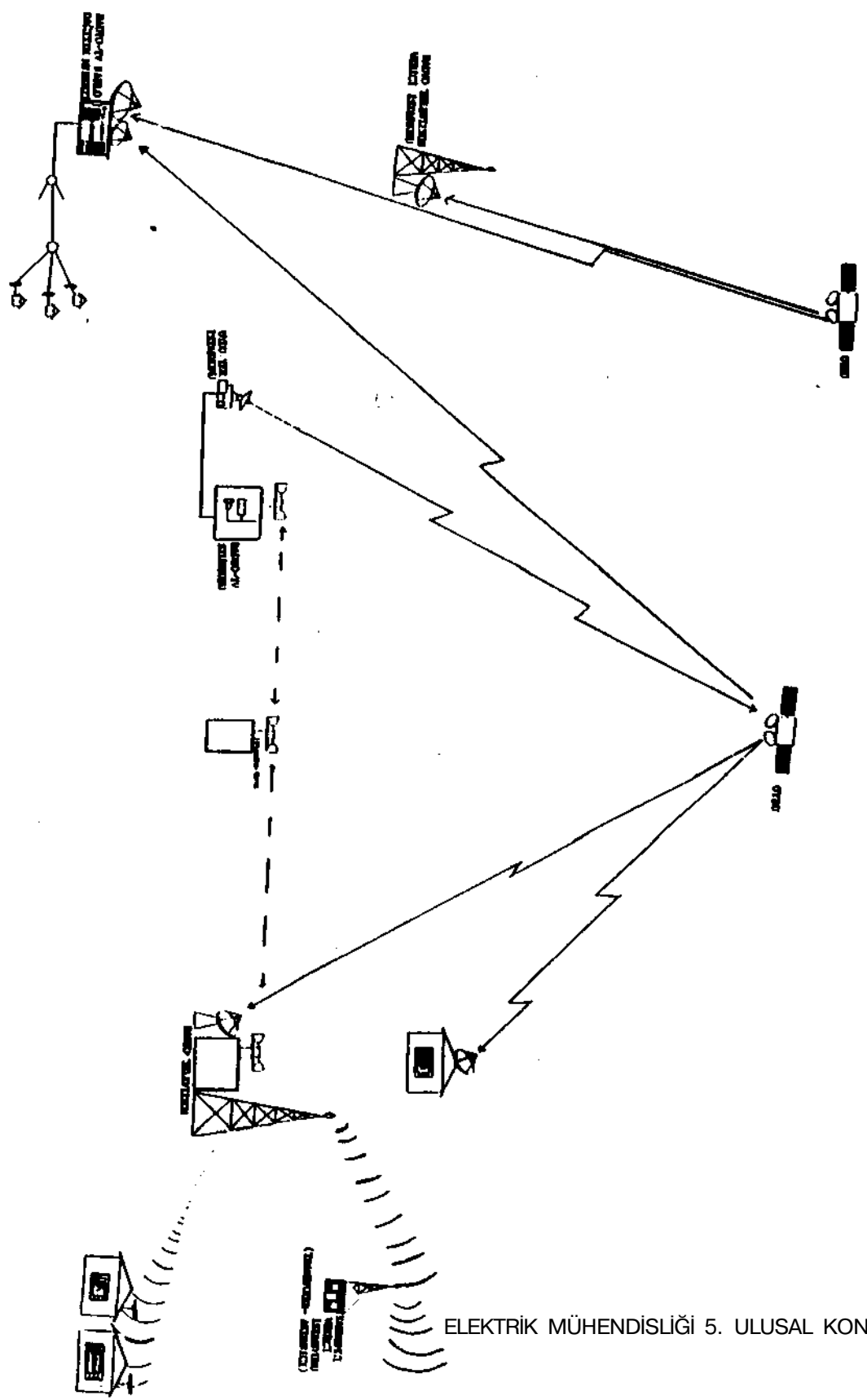
Ali Nihat YAZICI: 1964 yılında Adapazarı'nda doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 1981 yılında İTÜ Elektronik ve haberleşme mühendisliği bölümüne kaydoldu. 1987 Yılında mühendis olan YAZICI bu tarihten beri TRT'de çalışmaktadır.



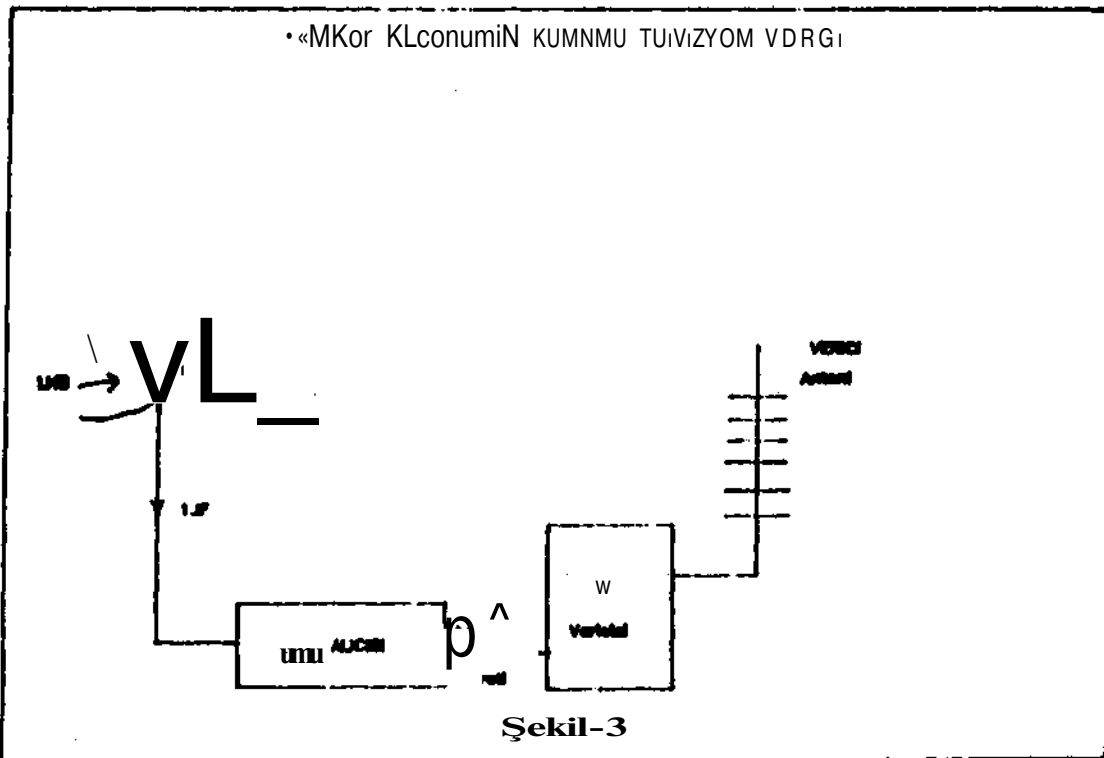
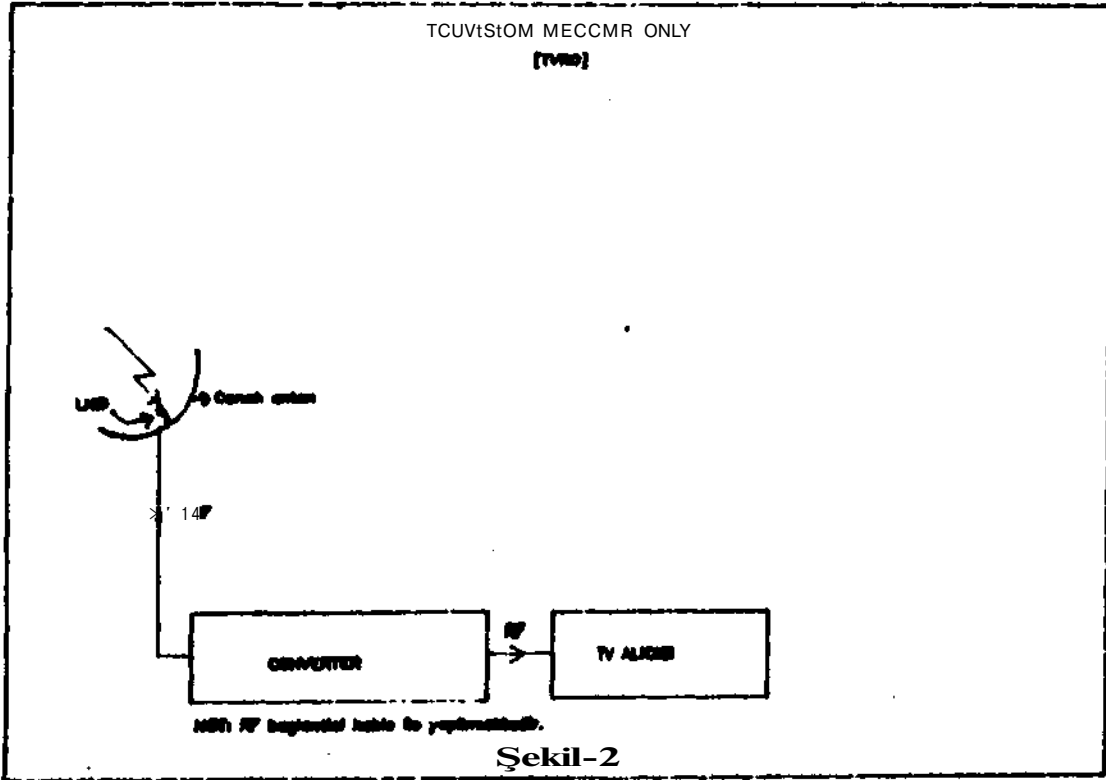
Mustafa PUÇU, U OOLU 1965 Yılında Nazilli'de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Nazilli'de tamamladı. 1982 Yılında ÖPTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümü'ne kaydoldu. 1988 Yılında mühendis olan yazar bu tarihten beri TRT'de çalışmaktadır.



T-3130  
1



746



SES FREKANS HABERLEŞME KABLolarININ 0-2 MUZ  
FREKANS BANDINDA KULLANILMA İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI

Güneş YILMAZ

TÜRK SIEMENS KABLO VE ELEKTRİK SANAYİ AŞ.

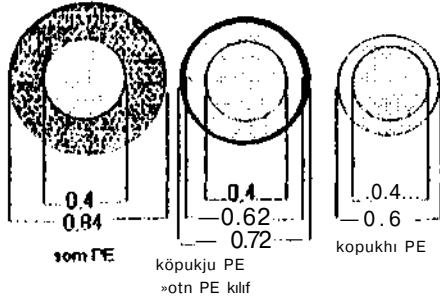
İmalat Teknolojisi Geliştirme Bölümü. Mudanya

ÖZET

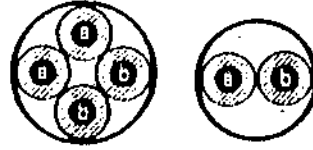
Haberleşme hizmetleri giderek modern ekonominin sinir sistemini oluşturmaktadır. Bugün var olan şebekeler tarafından sağlanamayan yeni servisler Geriş Bantlı Tümüleşik Hizmetler Sayısal Şebeke (B-ISDN) tarafından sağlanacaktır. Günümüzde bilinen tüm Haberleşme servislerinin sağlayabilecek B-ISDN şebekesinde iletişim ortamını MO MB/s'nin üzerinde olacaktır. Yüksek hız nedeniyle iletişim ortamı olarak Fiber Optik kablolar ve optik anahtarlarım elemanları kullanılacaktır. Dolayısıyla her aboneye kadar ulaşan bakır iletkenli simetrik haberleşme kablolarının yerine Fiber Optik kabloların döşenmesi gerekmektedir. Bunun için hem uzun süre (15-20 yıl) hem büyük yatırımlar gerekmektedir. Bu geçiş döneminde, milyarlarca lira harcanarak döşenmiş olan ses frekans kablolarının bir kısmını 2 MB/s sayısal haberleşme şebekesi olarak kullanılması yeni telekomünikasyon hizmetlerini kolaylaştıracak gibi ekonominin bütünü açısından da çok önemli yarar olacaktır. Bu çalışmada, farklı tipte (köpüklü veya som PE izolasyonlu, dolgu ve dolgunsuz çift veya yıldız dörtlü olarak eğilmiş) ses frekans kablolarının hat zayıflaması, karakteristik empedansı, faz gecikmesi, yakın ve uzak uç diyafoni zayıflamaları 0 - 2 MHz frekans bandında incelenmiştir. Uzak mesafe ve PCM kablolarının ise incelemeler 0-10 MHz frekans bandında yapılmıştır.

GİRİŞ

Şehir içi telefon şebekelerinde ve çok uzak olmayan semtler arası telefon irtibatlarında kullanılan simetrik haberleşme kablo, lan. plastik yalıtımla (PE, PVC, PP) kaplanmış çok sayıdaki bakır tellerin eğilmiş alüminyum ekran ve polietilen ile bir gömlek içine alınarak yapılır. Damar izolasyonu olarak som veya köpüklü malzeme kullanılır. Köpüklü malzeme kullanıldığında damar ve kablo boyutları daha küçüktür. (Bkz. şekil 1)



Damarlar çift veya yıldız dörtlü olarak eğilir. Dörtlü içindeki bir çiftin iki iletkeni karşılıklı kışelerdedir.



Dörtlü eğirme Çift eğirme

Kablo içinde suyun ilerlemesini önlemek amacıyla, kablo çekirdeğindeki iletkenler ve paketler arası hiç boşluk kalmayacak şekilde kompand ile doldurulur.

Bir haberleşme kablosunda transmisyon hatlarının teşkil eden iletkenlerin her birim uzunluğunun bir direnci (R) ve bir endüktansı vardır (L)

Ayrıca birbirine paralel ve aralan yalıtılmış olan hat iletkenleri arasında bir kapasite mevcut olduğu gibi yalıtılan maddelemler mükemmel olmaması nedeniyle küçük de olsa bir kaçak iletkenlik (G, perdans) bulunur. Bütün bu direnci, endüktansı, kapasite ve kaçak iletkenlik bir yerde toptu olmayıp hat boyunca milimetreler olarak dağılmıştır. Bu sebepten transmisyon hatlarına dağılmış parametrelili sistemler denilir. (Systems With Distributed Parameters). Keza transmisyon hatlarının uzunlukları taşıdıkları işaret frekansına tekabül eden dalga uzunluğu yanında ilgilendirilemez. Hatta çok defa, yüksek frekanslarda hat uzunluğunun bir kaç ve daha fazla katıdır. Bunun sonucunda transmisyon hatlarında ;

- Hat boyunca yayılmış kapasite ve kaçak dirençlerden dolayı akımın değeri hat boyunca her noktada aynı olmayıp kaynaklardan uzaklaştıkça küçülür.

- Hat iletkenleri arasında ölçülen gerim sabit kalmayıp uzunlukun fonksiyonu olarak küçülür.

- Akım veya gerilimin hat uzreiklem propagasyon hızı sınırlı bir değerdir. dolayısıyla hattın herhangi iki noktasındaki akımlar (veya gerilimler) arasında bir faz farkı oluşur.

## 2. SİMETRİK KABLONUN BİRİNCİL VE İKİNCİL PARAMETRELERİ

### 2.1. Birincil Parametreler

1 homogen bir hattın, transmisyon özelliklerini tamamiyle tanımlayan elektriksel parametrelere Birincil Parametreler denir. Bu parametreler hatlın yapılmasında kullanılan malzemelerin iletkenliği, geçirgenliği (Permeabilitesi) dielektrik sabiti gibi fiziksel özelliklerle, in. boyutlarına ve geometrik konumlarına göre değiştiği gibi, çevre koşullarının değişmesinden de etkilenmektedir. R, L, C, G olarak belirtilen birincil parametreler nitelikleri bakımından ikiye ayrılır.

Boyuta Parametreler: Direnç R ve Enduktans L  
Enine Parametreler: Kapasite C ve Perditsans G

Bütün bu Direnç, Enduktans, Kapasite ve Perditsans bir yerde toplu olmayıp hat boyunca uniform olarak dağılmıştır. Transmisyonla ait kavramların tanımları ve ölçmeledeki rolleri dolayısıyla De. çeşitli frekans bölgelerinde gösterdikleri özellikleri de göz önüne alarak birincil parametrelerin birer birer incelenmesi faydalı olacaktır.

#### 2.1.1.1 Hattın Birim Boy Başına Direnci

Çapı d, Uzunluğu L, özgül direnci p olan şifindir ik bir te ün D.C. direnci

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho L}{\pi r^2} \quad \text{[ohm]}$$

Formülü üe hesaplanır.

Burada  $\rho = \frac{1}{\sigma}$  ( S m/mm<sup>2</sup> )  
r = d / 2 ( mm )

Hattın birim uzunluğunun çevrim (Bukl) direnci ise

$$R = 2 \rho \frac{L}{\pi r^2} = \frac{2 \rho L}{\pi r^2}$$

olarak hesaplanır.

Alternatif akımda frekans yükseldikçe tel kesitinin merkezinde akım yoğunluğu azalır, cidara gidildikçe artlar.

Çok yüksek frekanslarda hemen bütün akım telin cidarından 5' derinlikteki silindirik bir borudan akar.

$$IK = \frac{1}{\sqrt{\pi r^2 \mu_0 \mu_r \omega}}$$

Burada R - Eşdeğer et kalınlığını  
- 4.n.10<sup>7</sup>(HAt) Boşluğun Permeabilitesi  
- Malzemenin bağ penneabMtesinl  
- Özgül iletkenliğini  
f - Frekans! göstermektedir.

Yukarıdaki açıklamaları göz önünde bulundurarak alternatif akım için bir Uyguncenin direnci

yüksek frekanslarda

$$R = R_0 \frac{f \omega}{5 (2 r_0 / 5)}$$

çok yüksek frekanslarüa

$$R = R_0 \left( \frac{f \omega}{25} + \frac{1}{4} \right)$$

formülleri ile hesaplanır.

Çok çildi kablolarda iter hangi bir iletkenin akan akımın oluşturduğu manyetik alan komşu çillerde ve ekranda Foucauld akımları doğmasına neden olur

Söz konusu akımlar ilave enerji kaybına sebep okluğundan kablo içindeki iletkenin direnci etrafında başka nietaBer bulunmayan iletkenin direncinden daha yüksektir. Çok çiftli kablolarda yukarıda kısaca açıklanan (aktörleri de göz önünde bulundurarak çevrim direnci koşullara bağlı olarak aşağıdaki formüllerden biri ile hesaplanır.

alçak frekanslarda ( 8 > r<sub>0</sub> )

$$1 + \left( \frac{r_0}{2a} \right)^2 + \frac{1}{4} \left( \frac{r_0}{\delta} \right)^4$$

yüksek frekanslarda  $\delta < r_0 < 5 \delta$

$$R = 2R_0 \left[ \left( \frac{r_0}{\delta/2} \right)^2 + \left( \frac{r_0}{2a} \right)^2 \left( \frac{r_0}{\delta} \right)^2 \right]$$

çok yüksek frekanslar da  $5 R < f_0$

$$R = 2R_0 \left[ \left( \frac{r_0}{2a} + \frac{1}{4} \right) + \left( \frac{r_0}{2a} \right)^2 \left( \frac{r_0}{\delta} - \frac{1}{2} \right) \right]$$

#### 2.1.2 Birim Başına Enduktans

İletkenin geçen akımın Helken içinde ürettiği manyetik akımın değişmesi He oluşan 'İç enduktans' frekansla değişir ve

$$L_j = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M_1 M_2}{r^4} \frac{1}{r_0}$$

fonnülü ile hesaplanır

çok alçak frekanslarda

$$L_1 = \frac{\mu_0}{\pi} = 0.05 \text{ nH/km dir.}$$

Kablo tekniğinde kullanılan iletkenler genelde elektirik bakır veya alüminyumdan olduğundan  $\mu_r = 1$  ve

$$L_1 = [ \frac{\mu_0}{\pi} ] \frac{1}{r_0} \quad \text{( mH/km )}$$

olarak hesaplanır.

Yüksek frekanslarda ( r<sub>0</sub> > s<sub>0</sub> ) cidar olayı nedeniyle, akım iletkenin yüzeyine doğru itildiğinden iletkenin için deki manyetik alanın şekli değişir ve frekans yükseldikçe iç enduktans küçülür. İletkenin dışındaki manyetik alana ise cidar olayının bir etkisi yoktur. zira bu alan toplam akıma tabidir. Dolayısı He iletken dışındaki manyetik akım değişmelerinin doğurduğu dış enduktans »re-

konstanti bağımsızdır.

$$L = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2a}{r_0} \ln \left( \frac{2a}{r_0} \right)$$

Çok çiftli kablolarla yakınlık (proximity effect) ve ışınlama (radyasyon) etkileri dış endüktansı küçülmesi yönünde etkiler. İki tane bir hattın toplam endüktansı iç ve dış endüktansların toplamıdır ve

$$L_t = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[ \frac{2a}{r_0} \ln \left( \frac{2a}{r_0} \right) + \frac{2a}{r_0} \right]$$

$$L_t = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[ \frac{2a}{r_0} \ln \left( \frac{2a}{r_0} \right) + \frac{2a}{r_0} \right] \text{ (m u / k m)}$$

formülleri ile hesaplanır.

### 2.1.3. İletkenler Arası Efektif Kapasite ve Kaçak İletkenlik

İletkenler arasındaki kapasite kablunun fiziksel boyutlarına olduğu kadar kullanılan yalıtkan malzemelerin özelliğine ve imal tarzına da geniş ölçüde bağlıdır ve aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$C = \frac{\pi \epsilon_r \epsilon_0 E}{L \ln \left( \frac{2a}{r_0} \right)}$$

Buraya

- $\epsilon_0$  - Boşluğun dielektrik sabiti
- $\epsilon_r$  - Yalıtkan malzemenin dielektrik sabiti
- $r_0$  - İletken yarı çapı
- $2a$  - İletkenlerin merkezleri arasındaki mesafe

Tablo 2.1

F	kUz	1-10* 1-5"	10-300* 5-150"	F 300* F 150**
Z	ölün	$= 10^3 \sqrt{\frac{FV}{2\pi f C}}$	$= 10^3 \sqrt{\frac{L^2 + R^2}{C^2 - 8\pi^2 f^2 L^2 C}}$	$= 1 \sqrt{VF}$
a	dB/km	$= 10.8,686 \cdot \sqrt{R f C}$	$= 10.3,343; R \approx \frac{\rho l}{r}$	$= 10.3,343 \cdot R \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$
$\beta$	rad/km	$= 10^{-3} \cdot \sqrt{R f C}$	$= 2k f 10 f C \cdot C^{-1} - F$	$= 2n \cdot 10^{-3} \sqrt{r C^{-1}}$
$ I $	jis/km		$= \sqrt{L^2 C^{-1} + 0.5 \sqrt{\frac{R^2 C^2}{\pi f}}}$	
tg	jis/km		$= \sqrt{L^2 C^{-1} + 0.25 \sqrt{\frac{R^2 C^2}{\pi f}}}$	

Yalıtkan bir madde alternatif elektrik alanı etkisinde kalırsa "Dielektrik Histerezis" den dolayı frekansla orantılı olarak artırı bir enerji kaybı oluşur.

$$G = 2 \pi f \cdot \text{tg} \delta \cdot C \quad (\text{mhoAn})$$

Burada C - Efektif kapasite

tg  $\delta$  - Malzemenin dielektrik kayıp faktörü  
Doğru akımda ve alçak frekanslarda G'nin değeri ihmal edilecek kadar küçüktür. ( $G < 10^{-8}$  o mho(km))

### 2.2. İkincil Parametreler

Birincil parametreleri R', L', C' ve G' olan bir transmisyon hattının ikincil parametreleri Zo karakteristik empedansı ve Tj (propagasyon sabiti) aşağıdaki formüller ile hesaplanır.

$$Z = \sqrt{\frac{R' + j\omega L'}{G' + j\omega C'}} \quad Z = r \cdot e^{i\theta}$$

$$G' + j\omega C'$$

$$J = J R' + j\omega L' (G' + j\omega C') = a + i \beta$$

Burada Zr - Empedansın reel kısmı

Zi - İmajiner kısmı

a - Hat zayıflaması

$\beta$  - Faz Sabiti

Görüldüğü gibi ikincil parametrelerin her ikisi hattın birincil parametrelerinden başka frekansa da tabidirler. Yani, bir hattın karakteristik empedansı ve propagasyon sabiti güç kaynağının frekansı ile değişen çokluklardır. İletken çapları farklı olan kablolar için ikincil parametrelerin hesaplama formülleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Burada

$$F = \sqrt{0.5 + 0.5 \sqrt{1 + \left(\frac{R'}{2\pi f L}\right)^2}}$$

$$B = \sqrt{\frac{2\pi f L}{u f L \cdot 0.5 / (2\pi f L)^2 + R'^2}}$$

L - (mH/km)

C - (nF/km)

f - (kHz)

R' - (ohm/km)

\* - iletken çapı 0.4 - 0.6 mm arasındadır.

"- iletken çapı 0.8 - 1.2 mm arasındadır.

Hesaplanan değerler ile ölçme sonuçları arasındaki farkın minimuma indirgenmesi için üç ayrı frekans bandında farklı formüllerin kullanılması gerekmektedir.

### 3. Diyafoni ve Yanalına Zayıflaması

#### 3.1. Diyafoni zayıflaması

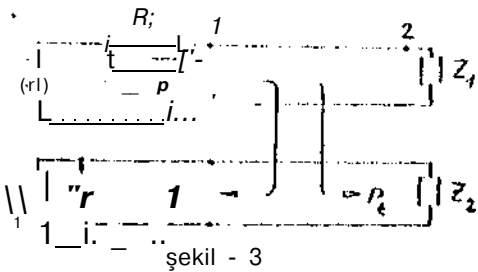
Çok çiftli kablolarla herhangi bir çiftin oluşturduğu devreye komşu devrelerden (çiftlerden) istenmeyen haber (informasyon) geçişine diyafoni denir. Bu haber geçişinin en önemli nedeni kablo çiftleri arasındaki kapasitif ve endüktif kuplajlardır.

Ortaya çıkış biçimine göre iki tip diyafoni vardır:

Yakın uç diyafoni (para diyafoni) ve uzak uç diyafoni (teledi diyafoni). Bozan hatın baş tarafından gönderilen  $P_1$  gücünün bozulan hatın aynı ucunda oluşturduğu  $P_2$  gücüne oranla logaritmasına para diyafoni zayıflaması denir.

$$A_n = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ dB}$$

olarak hesaplanır



Şekil - 3

Bozulan hatın uzak ucunda oluşturduğu  $P_2$  gücüne oranla logaritması ise teledi diyafoni zayıflamasıdır ve

$$A_t = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ dB}$$

olarak hesaplanır

Fiziksel olarak bir birinden tamamen ayrı (izole edilmiş) devreler arasındaki diyafoniye başlıca nedenler elektro manyetik (kapasitif ve endüktif) kuplajlardır. Kablo içinde çiftler bir birine çok yakındır ve yapısı tam düzgün olmayan kablolarla herhangi bir akımın yarattığı elektromanyetik alan diğer çiftlerde diyafoniye neden olan istenmeyen bir gerilim endüklemesine neden olur.

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

Para ve Teledi diyafoni zayıflamaları aşağıdaki formüller ile hesaplanır.

$$A_p = -10 \lg \left[ \frac{2 \cdot n \cdot C_n \cdot f}{(a_1 - a_2)} \cdot (1 - e^{-2(a_1 - a_2)l}) \right]$$

$$A_t = -10 \lg \left[ 4 \cdot \pi^2 \cdot C^2 \cdot f^2 \cdot \frac{(e^{-2(\alpha_1 - \alpha_2)l} - 1)}{2(\alpha_1 - \alpha_2)} \cdot e^{-2(\alpha_2 - \alpha_1)l} \right]$$

Burada

$$C_n = \frac{M}{2 \cdot Z_0} \cdot \frac{C_u \cdot Z_0}{8}$$

$$C_f = \frac{M}{2 \cdot Z_0} \cdot \frac{C_u \cdot Z_0}{8}$$

ve

$a_1, a_2$  - Bozan ve bozulan hatın zayıflamaları (Np/km)

L - Kablo boyu (uzunluğu)

C - Kapasitif kuplajlara neden olan kapasite den

gesizliği ( $k_1 - k_2$ )

M - Endüktif kuplaj

$Z_0$  - Karakteristik empedans

Normalde aynı kablonun içindeki çiftlerin transmisyon parametreleri aynı olduğundan ( $\alpha_1 < \alpha_2$  ve  $\alpha_2 < \alpha_1$ )

$A_p$  ve  $A_t$  aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$A_p = -10 \lg \left[ \frac{C \cdot L \cdot f}{a} \cdot (1 - e^{-4a \cdot l}) \right]$$

$$A_t = -10 \lg (4 \cdot C^2 \cdot f^2 \cdot L)$$

#### 3.2. Yansımaya Zayıflaması

Transmisyon hattın sonuna karakteristik empedansından farklı bir ( $Z \neq Z_0$ ) empedansı bağlandığında ve ya karakteristik empedansları farklı olan iki kablo ardışık bağlandığında gelen enerjinin bir kısmı yansıyor tekrar kaynağa döner. Benzer yansımaya sadece hat başında ve sonunda değil hat boyunca empedans dalgalanmaları olan her noktada olur. Hattın herhangi bir noktadaki gerilim değeri gelen ve yansıyan dalga gerilimlerinin toplamına eşittir ve yansıyan gerilimin gelen gerilime oranı yansımaya kat sayısı ( $k_r$ ) olarak tanımlanır.

$$k_r = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0}$$

Empedans uygunsuzluğunu ifade eden ve dB olarak

$$A_r = 20 \lg \left| \frac{Z_1 + Z_0}{Z_1 - Z_0} \right| \text{ (dB)}$$

Her tanımlanan  $A_r$  parametresi yansımaya (uygunsuzluk) zayıflamasıdır

## A. Deneysel Sonuciar

Farkli tipe kablolar için hesaplanan ve ölçülen değerler ařagidaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 4.1 PDF-AP 50x2x0.4/0.84 (dörtlü eğirme ve dolgulu)

FREKANS f(kHz)	BİRİNCİL PARAMETRELER				İKİNCİL PARAMETRELER			
	R (ohm/km)	L (mH/km)	C (nF/km)	G(xE-6) (pmha/km)	e* (dB/km)	8 (rad/km)	Z (ohm)	t (MS)
1	272.06	0.565	47	000.148	01.74	000.200	959.83	21.10
5	272.06	0.565	47	000.738	03.89	000.448	429.25	12.29
10	272.06	0.565	47	001.477	05.51	000.634	303.52	10.20
30	272.07	0.565	47	004.430	07.88	001.329	226.40	08.06
100	272.19	0.563	47	014.766	10.15	003.438	124.62	06.74
300	341.63	0.556	47	044.297	13.47	009.759	111.61	06.14
1024	539.32	0.513	47	151.199	22.41	031.605	104.51	05.61
1500	634.64	0.501	47	221.483	26.69	045.752	103.28	05.48
2048	727.90	0.493	47	302.398	30.87	061.944	102.42	05.39
3000	857.61	0.484	47	442.966	36.69	089.934	101.51	05.29
5000	1089.62	0.475	47	738.276	47.08	148.430	100.52	05.18
10000	1515.98	0.465	47	1476.552	66.16	293.871	099.51	05.05

Tablo 4.2 PDF-AP 50x2x0.6/1.4 (dörtlü eğirme ve dolgulu)

FREKANS f(kHz)	BİRİNCİL PARAMETRELER				İKİNCİL PARAMETRELER			
	R (ohm/km)	L (mH/km)	C (nF/km)	G(xE-6) (umho/km)	ol (dB/km)	S (rad/km)	Z (ohm)	t (M <sub>s</sub> )
1	120.92	0.619	47	000.148	01.16	000.134	639.88	16.03
5	120.92	0.619	47	000.738	02.60	000.299	286.17	10.15
10	120.92	0.619	47	001.477	03.67	000.423	202.35	08.76
30	120.96	0.618	47	004.430	04.15	001.123	142.27	07.33
100	138.67	0.613	47	014.766	05.19	003.426	117.86	06.51
300	199.86	0.586	47	044.297	07.78	009.888	111.61	06.04
1024	335.66	0.547	47	151.199	13.51	032.637	107.93	05.63
1500	396.03	0.539	47	221.483	16.06	047.455	107.13	05.53
2048	458.13	0.534	47	302.398	18.67	064.457	106.58	05.47
3000	548.70	0.528	47	442.966	22.48	093.910	106.00	05.40
5000	700.39	0.522	47	738.276	28.87	155.596	105.38	05.31
10000	979.12	0.516	47	1476.552	40.60	309.325	104.75	05.23

Tablo 4.3 PDF-AP 50x2x0.9/2.0 (dörtlü eğirme ve dolgulu)

FREKANS f(kHz)	BİRİNCİL PARAMETRELER				İKİNCİL PARAMETRELER			
	R (ohm/km)	L (mH/km)	C (nF/km)	G(xE-6) (umho/km)	et (dB/km)	8 (rad/km)	Z (ohm)	t (M <sub>s</sub> )
1	53.74	0.593	47	000.148	00.77	000.089	426.59	12.37
5	53.75	0.593	47	000.738	01.73	000.199	190.79	08.45
10	53.77	0.592	47	001.477	01.77	000.389	160.49	07.52
30	56.94	0.590	47	004.430	02.14	001.023	119.13	06.60
100	80.11	0.571	47	014.766	03.14	003.274	111.57	06.05
300	124.98	0.531	47	044.297	05.11	009.415	106.26	05.62
1024	216.85	0.505	47	151.199	09.09	031.331	103.61	05.31
1500	259.91	0.499	47	221.483	10.95	045.645	103.04	05.25
2048	301.67	0.495	47	302.398	12.76	062.085	102.65	05.20
3000	362.57	0.491	47	442.966	15.40	090.588	102.25	05.14
5000	464.57	0.487	47	738.276	19.82	150.337	101.82	05.08
10000	651.99	0.483	47	1476.552	27.93	299.374	101.38	05.01

L G ve t hesaplanan değerler

R, C, c<, > ve Z - ölçülen değerler





UYDU-KARA GEZGİN HABERLEŞME SİSTEMİ VE TÜRKİYE ÜZERİNE  
BİR İNCELEME

Masan Dinçer

t.Hakkı Çavdar

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü  
Karadeniz Teknik Üniversitesi  
61080 Trabzon

ÖZET : Uydu-Kara Gezgin Haberleşme sistemi (U-KGHS) uydu haberleşmesi ve gezgin haberleşme teknolojilerinin bitlikte kullanımını ilere ortaya çıkan ileri haberleşme servislerinden biri olarak kabul edilmektedir. U-KGHS gezgin haberleşmeye olan gereksinime hızlı ve ekonomik olarak çözüm sunmaktadır. Ancak U-KGHS link ve sistem tasarımında çözülmesi gereken birçok teknolojik sorun mevcuttur. Bu sorunlar çok yönlü propagasyon etkisi, ağaç gölgelemesi, dalgınlık düzeyinde çalışma, alıcı anten tasarımı ve gerçekleşmesi. Doppler frekans kayması, girişim ve haberleşme trafiğinin düzenlenmesi olarak sıralanabilir.

Bu çalışmada uydu-kara gezgin haberleşme sistemi incelenmiş ve Türkiye'ye uygulanabilirliği araştırılmıştır. U-KGHS link tasarımında en önemli parametrelerden olan ilave yol kaybı (fading derinliği) üzerinde durulmuştur. Bilinen bir analitik propagasyon modeli Türkiye'ye uygulanmıştır, önemli karayolları üzerinde bulunan bazı noktaların ylikselme ve azimuth açılması, serbest uzay kaybı ve fading derinliği hesaplanmıştır. Sonuçlar tablo halinde verilmiştir. Ayrıca ağaç gölgelemesinde ylikselme açısının etkisi incelenmiş ylikselme açısı ağaç zayıflatması ilişkisi verilmiştir.

## 1. Giriş

Uydu-Kara Gezgin Haberleşme sistemi (U-KGHS). tek bir uydu linki kullanarak çok geniş bir

coğrafi bölge içerisinde hareket eden karasal taşıtlar için haberleşme servisi sunabilmektedir. Uydu ve ses işleme teknolojisindeki son gelişmeler gezgin radyo servisinde uydu kullanımını geliştirmiştir. Uydu gezgin servisler; ses, data, pozisyon belirleme, çağrı servisleri, ulusal telefon ağı ve özel ağlara bağlanabilme olanağına sahip olmaktadır. Bunlar bir frekans bandı içerisinde tek bir sistem kullanılarak bir radyo yardımıyla sağlanabilmektedir. Uydu gezgin servisler, bir radyo sistemi kullanılarak daha büyük coğrafi bölgeye hizmet verebilmesi, çok daha uzak bölgelere erişebilmesi ve nüfus yoğunluğunun az olduğu kent dışı ve kırsal alanlarda daha ekonomik çözümler sağlayabilmesi nedeniyle tercih edilmektedir (1). Öte yandan uydu gezgin servisler kara, deniz ve hava taşıtları için haberleşme servisi sağlayabilmektedir.

U-KGHS'nin gerçekleştirilebilmesinde teknolojik ana iki sorun mevcuttur. Birincisi servis için ayrılan L band genişliği dardır. ikincisi ise uydu verici ile kullanılan solar hücrelerinin gücüne bağlı olarak sınırlı olması, dolayısıyla sistem dalgınlık gücü margininde çalışmak durumundadır. Sabit uydu yer istasyonlarında bu sorun yliksek kazançlı paraboloid antenler kullanılarak büyük ölçüde giderilir. Uydu gezgin sistemlerde ise gezgin birim hareketliliği nedeniyle alıcı anteni, uyduya göre tüm azimuth a-

çılarda ve .15\*-60° yükselme açı- larında konum a İntakta d ı ı . Bu ne- denle kullanılacak gezyııı birim antenleri bu özelliklerde ışım diyagramına salıip olmaktadır. Bu amaçla geliştirilen iki tip an- ten vardır. Dunlar dıııtlk kazanç- lı antenler (4-(> dBi ) ve otta kazançlı antenler (10-14 dBi) dir [3]. Görüldüğü gibi bu an- tenler sabit uydu yet istasyon- lan antenlerine göre çok düşük kazançlıdır lar.

## 2. II- KGIİS ve Türkiye

Türkiye'de ulaşımın (yolcu ve yllk taşımacılığının) % 90 'ı karayolları Uzer iriden yapılmak- tadır. Karayolları On. Hd. lüğü verilerine göre; devlet, il ve otoyol olmak üzere toplam r>0. 000 Km uzunluğulla karayolu mevcut- tur [14]. Köy ve orman yolları bu rakamın dışındadır. Bu karayol- ları üzerinde yaklaşık 7.360.000 motorlu kara taşıtı mevcuttur. Bunların yaklaşık 65.000'i oto- btis ve 520.000 'i kamyon-TLU dit [5]. bu motorlu kara taşıtları- nı yaklaşık yarısı özel amaçlı diğer yarısı ise ticari, resmi ve belediye hizmetlerinde kul- lanılmaktadır. Bunlardan başka 90.000 civarında özel amaçlı taşıt ( yol ve iş makinaları ) mevcuttur. Askeri amaçlı taşıtl- lar bu rakamların dışındadır.

Bu rakamlar Ülkemiz ulaşım- ında karayolları payının blyük- lüğüUnll göstermektedir. Ayrıca gezgin haberleşmeye olan gerek- sinimdeki pazar İsteğini ortaya koymaktadır. öte yandan bu ra- kamlar Ülke gelişim sürecinde günden güne arttığını düşünürsek Ülkemizin sağlıklı bir gezgin haberleşmeye gereksinim duyduğu açıktır.

U-KGHf; tasarımı birçok et- kene bağlıdır. Sistemin uygula- nacağı bölgenin konumu ve uydu pozisyonu, karayollarının geç- tiği bölgelerin yüzey şekilleri tasarımda ilk ele alınması ge- reken etkenlerdir. Türkiye' deki karayolları Ülkenin biçimine ve yUzey seki İlet- inin genel doğ- rultusuna uyarak daha çok doğu-

batı doğrultusunda uzanan dağln- ı bazı geçitlerde aşarak kıyıya ulaşır. Türkiye'de ulaşım kara- yolu ağırlıklı olduğu için hemen hemen tüm karayolları il, ilçe ve kasabaların merkezlerinden geçer. öte yandan bazı bölgele- rimizde yollar yüksek dağijklı bölge ve vadi içlerinde ilerler. U-KGIİS ' de uydu vericisinden gönderilen işaret gezgin birim alıcı antenine Uç farklı yoldan ulaşmaktadır. Bunlar; 1.-) Doğru- dan '?...) Yerden yansımış olarak 3--) Gezgin birim yakınlarındaki dağ, tepe, bina vb. gibi yapı- lardan saçınarak çok yollu ola- rak verilebilir. 11-KGHS düşük güç maigininde çalıştığından, doğrudan bileşenin alınabildi- ği kent dışı kırsal alanlarda ve açık arazilerde servis ola- nağı sunabilmektedir. Diğer du- rumlarda alınan işaret düzeyi çok düşük olmaktadır.

Ülkemiz karayollarının bir kısmının kent içi ve dağlık böl- yelerde bulunması ü-KCIir; İçin bir sakılıcadır. Çünkü bu bölge- leide alıcı antenine gelen doy- nıdan işaret engellenmekte do- layısıyla alınan işaretin düzeyi düşmektedir. Bu tür bölgeler İ- çin hücresele tip yerel gezgin servislerin kullanılması gerek- mektedir. Doğrudan bileşenin a- lınamadığı kent içi bölgelerde hücresele radyo, kent dışı açık alanlarda ise uydu gezgin ser- visler ile sağlıklı ve ekonomik bir gezgin haberleşme sistemi oluşturmak gerekmektedir.

Türkiye için bu iki gezgin haberleşme sisteminden sadece bt- rini kullanmak ekonomik değildir, çünkü hücresele gezgin haberleşme sistemlerinin geliştirilmesinde elde edilen son başarılarla rağ- men, bu sistemlerin sadece base İstasyonunun yayın sahası ile sınırlı kalması, uzak bölge ha- berleşmesi ve nüfus yoğunluğ- unun az olduğu kırsal bölgelerde ekonomik olamamaktadır. U-KGMS ise tek bir eşkonumlu uydu ile yarıkürenin tamamına yakın bir bölgeye yayın yapabilmesi çok uzak bölgelere kolayca erişe- bilmesi, ayrıca yerel sistemle-

tin kurulma olanağı bulunmayan okyanus , doniz ve hava gezgin I > ilimleri için ide e öz ll m qe t i i - inektedir. Aıcnk doğrudan İşar o l. Ml enge l le id i ğ i kent iyi böl yelerde bit çözüm getirememekte dir . I) < j layı sı y l a ekonomiklik açısından uydu ve hücre sel her ikitip ge 7. g in habetleş me bir birinin yetene ğ ini art ır a c a k destekler biçimde beraber kul lanı İ n i n s ı gerek me k t e d i t .

### 3- U KOI IM 1. ink Tasarı » 1

Bir haberleş me sistem pe i formansı taşıyıcı-gürüllü yoğunlu ğ u oranı ile belirlerir. U-KGI15 'de uydu-gezgin birim bağlantısı için taşıyıcı-gürültü yoğunlu ğ u oranı ( C/No );

$$(C/No) \approx (e.l.r.p) \rightarrow BO \cdot l.y \gg (G/T) \rightarrow k+N-P-F \quad (.1)$$

olarak verilmiştir [6].

Burada;

(e.i.r.p): Uydu e. i. r. p' i (dBW)  
 BO : Uydu egrise J. lig Jnden ötürü geri çekme (dB)  
 Ly : Serbest uzay kaybı (dB)  
 {(î/T) : Gezgin birim alıcı kalite faktörü (dB/K)  
 k : Boltzman sabit: i  
 -228, 6 dBW/K  
 N : Transponder başına akt. iftaşıyıcı sayı.sı  
 P : Po I at izasyon kaybı (dB)  
 F : ilave yol kaybı (dB)

(C/No) değerindeki ilave yol kaybı; F har iç di ğ er parametreler sabit uydu sistemleri içinde ye çerlidir. F değeri U-KGIISde kritik bir faktördür. F değeri la ding derinli ğ i olarak da tanımlanır. Fading derinli ğ i gezgin bi rim in bulundu ğ u haberleş me ortamının kent, kırsal veya ağaçlık lı bölge olmasına ba ğ lıdır. ilave yol kaybı, F için yerel ortam, azimuth ve yükselme açısı ve yön durumuna göre deneysel sonuçlara dayanılarak analitik bir model geliştirilmiştir [7]. Du modele göre ilave yol kaybı F, L bandı ve % 99 haberleş me için,

$$F(dü) \approx 2, 33 \quad (2)$$

Uurada;

$$j = 12, 53 + (4, 46. YO) + (3, 41. Az) + 756$$

$$(-0, 35. Yön) < (-0, 052. E^*) \quad (3)$$

$$3, 03 \wedge (2, 62. YO) t (0, 98. Az) \wedge (-0, 24. Yön) \wedge (0, 04. E^*) \quad (4)$$

De ğ iş kenler;

YO : Yerel ortam

Kent : 1

Yarı kent. : 0

Kırsal : -1

Az : Taşıtın azimutha

göre durumu

$$-\cos(2(Az \setminus_{a?} t - A / U_{M J_K}))$$

Yön : Uyduya doğru -1

Uydudan uza ğ a doğru!

E\* : Yükselme açısı (19" -43")

Verilen modele göre de ğ iş kenler belirlendikten sonra ilave yol kaybı dolayısıyla link tasarımı yapmak mümkün olmaktadır.

### 4-Modeliri Türkiye'ye Uygulanması

Modelde birçok de ğ iş ken uy du pozisyonuna (yerleştirildi ğ i boylama) ba ğ lıdır. Ülkemizin Avrupa U-KGIIS a ğ ına dahil olaca ğ ı düşünülerek, uydunun Türkiye'ye göre daha batı boylamları üzerinde bulunaca ğ ı söylenebilir, örnek olarak eşkonumlu uydunun 10° doğu boylamında oldu ğ unu düşünürsek ülkemizin önemli kara yolları üzerindeki bazı noktalar daki yükselme açısı (E"), azimuth (Az), serbest uzay kaybı (l.y) ve ilave yol kaybı F Tablo.1' de verilmiştir. Tablo. I deki sonuçlar incelendi ğ inde ser best uzay kaybının (Ly) yaklaşık 108 dB düzeyinde kalmasına kar şın, fading derinli ğ i (ilave yol kaybı) F, değeri de ğ iş mektedir. Hesaplamalarda noktaların kırsal alan oldu ğ u düşünölmüştür. Yön uydudan uzaya doğru alınmıştır.

### 5-Ağaç Zayıflatmasının incelenmesi

U-KGIIS'nin önemli sorunlarından biri doğrudan bileşenin yol kenarındaki ağaçlar tarafından engellenmesidir. Fading derinli ğ inde ağaç zayıflatması ve çok yollu ptopagasyon etkisi önemlidir. Bu modelde ağaç zayıflatması doğrudan parametre olarak gözük memesine rağmen, ağaç etkisi do laylı olarak dikkate alınmıştır.

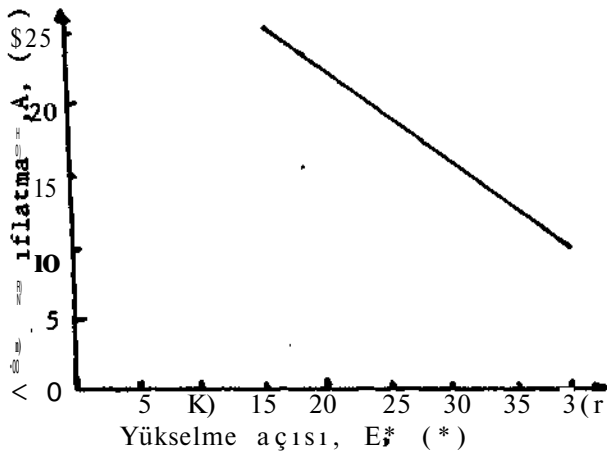
- Ağaç zayıflatması yükselme ELEKTRİK MÜHENDİSLİ Ğ İ 5. ULUSAL KONGRESİ

Nokta adı	Yükselme açısı E"	Azimuth Az"	fıol best Uzay Kaybı, La, cin	İlave Yol Kaybı, F. dB
İstanbul	38.7	107	187.8	16.2
Adana	39.6	217	107.0	14.9
Ankara	38	213	107.8	15.5
İzmit	42	105	187.7	16.6
Diyarbakır	30	223	107.9	13.7
Trabzon	39.5	221	187.9	14
Samsun	35	216.5	187.9	14.8
Artvin	32	213.5	187.9	13.5
Erzurum	33.5	213	187.9	13.6
Kars	32.3	225	107.9	13.3
Ağrı	32.7	120	187.9	13.3

açısı ile sıkı ilişki içerisindedir. L bandı için ağaç zayıflatması (A) ve yükselme açısı (E") ilişkisi (5)' nolu eşitlik ile verilebilir: [8] .

$$A(\text{dB}) = 35,63 - 0,65 \cdot E" \quad (5)$$

Bağıntıda A(dB) tam yapraklı bir ağaç için verilmektedir. 15" - 40" arasındaki yükselme açıları için tanımlıdır. Çekil. 1'de ağaç zayıflatması yükselme açısı ilişkisi verilmiştir.



Sekil. 1

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ

#### 6- Sonuç

U-KGHS tasarımında sistemin uygulanacağı bölge özellikleri iyi belirlenmelidir. Bölge içerisinde ekonomiklik, kalite ve sağlıklı bir gezgin haberleşme için yerel gezgin sistemlerle uydu gezgin sistemler birlikte kullanılmalıdır.

U-KiJHS' de kullanılacak terminallerin tasarımında alınan işaret derinliğini belirlenmelidir. Alınan işaret derinliğini belirleyebilmek için fading derinliğinin bilinmesi zorunludur. Öte yandan fading derinliği, sayısal modülasyonlarda istenilen bit hata oranını elde etmek için gerekli olan belirlenmesinde bilinmesi gerekir. Uygulanan modelde Türkiye'nin bazı noktaları için serbest uzay kaybı, ortalama 188 dB düzeyinde kalırken, fading derinliği 13-17 dB arasında değişmektedir. Türkiye'nin nispeten büyük bir coğrafik ülke olması fading derinliğinde değişimlere neden olmaktadır. Link tasarımında Türkiye genelinde fading derinliği ortalama 15 dB olarak alınabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Kiesling J.D., " Land Mobile Satellite Systems " Proc of IEEE, Vol.78, No.7 PP. 1107 - 1115 July 1990
- [2] Morinağa N., " Advanced Technologies in Radio Communications " , Aırilisu News, Vol.11, No.61, PP. 2.9 June 1991
- [3] Ma, T.T., " Digital Satellite Communications " , 2ud Edition, PP.615-633, McGraw/-Hill, 1986
- [4] Ana Bıtıtıaun Ioa Ans., S. 293, Cilt 21.
- [5] Trafik Önel. Md. 1992 Veil-leri.
- [6] Pattan B., " The Advert OL LaruJ Mobile Sattelliteser-vice Systems ", IEEE Trans. On Aeros. and Elektron. Syst. Vol.AES-23 , No.'3 , PP.691-703, Sept.1987
- [7] Hess, G.C, " Land - Mobile Satelllte Excess Path Loss Measurements ", IEEE Trans. On Vehicular Tech. Vol.VT-29 , No.2 , PP. 290 • 297 **May** 1980
- [8] Golhirsch J. , Vogel W.J.Na-sa Reference Publication 1274, Feb 1992



Doç.Dr.Hasan DİNÇER :1946 yi- lında Malalya'da doğdu. 1971 yi- lında i. T. U. E- lektrik Fakülte- si ' nde Y.Müh. diploması aldı. Aynı yıl K.T.U. de göreve başla- dı. 1977 yılında imivetsity OhB-

radford ' dan Doktora derecesi aldı. 19 fS'i yi lında Te l e k o m i n i - kasyonu Ana Bilim Dalında doçent oldu. Halen K.T.U. Elektronik A- na Bilim Dalı başkanı olarak gö- rev yapmaktadır. çalışma Alanları : Elektronik devreleri ve sistemleri , Haber- leşme sistemleri ve Antenlerdir. Dr.H.Dinçer ' in bu konularda çe- şitli atıştırma ve uygulamaları vardır.



Arş.Gör.i.Hakkı ÇAVDAR :1964 yi- lında Trabzon'da doğdu, ilk, orta, lise öğrenimini Trabzon' da ta- mamladı. 1905 yi- lında Gazi Univ. Elektronik Böl.- ele lisans, 1988. de K.T.U. de yük- sek lışans ögre-

nimini tamamladı. 1988 de K.T.U. de doktora öğrenimine başladı ve halen devam etmektedir. 1986 yi- lından beri K.T.U. Elektronik Müh. Böl. de Araş. Gör. olarak görev yapmaktadır. Uydu haber- leşmesi, gezyin haberleşme ve propagasyon konularında çalış- maktadır.

UYDU-KARA, DENİZ, VE HAVA GEZGİN HABERLEŞME  
SİSTEMLERİNİN PROPAGASYON MODELLERİ

İ. Hakkı ÇAVDAR

Hasan DİNÇER

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü  
Karadeniz Teknik Üniversitesi  
61000 TRABZON

**ÖZET :** Uydu-gezgin haberleşme sistemi kara, deniz ve hava ulaşım araçlarına uygulanabilmektedir. Uydu-kara, uydu-deniz, uydu-hava haberleşme linkleri birbirinden farklı yapıya sahip olmaktadır. Bu çalışmada her üç gezgin sistem incelenmiştir. Her üç sistemde fading analizi yapabilmek için propagasyon modeli elde edilmiştir. Propagasyon parametre değeri belirlenerek sistemler için fading derinliği hesaplanmıştır. Sonuçlar grafik halinde verilmiştir. Elde edilen fading derinliği değerleri, link tasarımında sistem performansını belirlemek için kullanılabilir. Bilindiği gibi sistem tasarımında fadingli kanallarda fading derinliği, sisteme ilave edilecek güç miktarının bilinmesi açısından gereklidir.

## 1. Giriş

Uydu Gezgin Haberleşme Sistemi (U-GHS) kara gezgin birim kullanıcılarına haberleşme servisi sağlamasının yanında, hücreli radyo gibi yersel sistemlerin kurulma olanağı bulunmayan deniz ve hava ulaşım araçları için de servis olanağı sağlamaktadır. Tek bir eş konumlu uydu kullanılarak çok geniş bir coğrafik bölgede kara, deniz ve hava gezgin birim kullanıcılarına haberleşme olanağı sağlanabilmektedir.

Her üç uydu gezgin sistem farklı propagasyon karakteristiklerine sahip olmaktadır. Sistem tasarımında, Kabil uydu

sistemlerinden farklı olarak taşıyıcı gürültü yoğunluğu (C/No)'nun kararlaştırılmasında ilave yol kaybı (fading derinliği)'nin belirlenmesi gerekir. Fading derinliği istenilen sistem performansının elde edilmesi için sisteme ilave edilecek güç miktarını belirlemek açısından önemi vardır.

Fading derinliğini belirlemede en etkili yöntemlerden biri istatistiksel modellerdir [61,111]. Bilinen olasılık dağılım işlevleri kullanılarak fading analizi yapılabilmektedir.

## 2. Uydu Gezgin Haberleşme

### 2.1. Uydu-Kara Gezgin Haberleşme Sistemi (U-KGHS)

Günümüzde değişik tipte bir çok gezgin radyo sistemi vardır. Bunların çoğu kalabalık kanallarda, sınırlı alanlar içerisinde, hisbeten pahalı donanımla ve kullanıcıya ekonomik olmayan fiyatlarla servis hizmeti sunmaktadırlar. Son yıllarda gezgin radyo çalışmaları hücreli radyo sistemleri üzerinde olmaktadır. Avrupa, Amerika ve Avustralya' da bir çok ülkelerde hücreli radyo konusunda radyoların yeteneğini artırmak için uydu bağlantılı kara gezgin haberleşme sistemi ile birlikte kullanımı öngörülmektedir [31]. Özellikle uzak bölge haberleşmesi ve nüfus yoğunluğunun az olduğu kırsal bölgelerde U-KGHS daha ekonomik çözüm sunmaktadır.

## 2.2 Uydu-Deniz Gezgin Haberleşme Sistemi (U-DGHR)

önceki yıllarda deniz ve okyanuslardaki taşıtlar için haberleşme MF, HF ve VHF bandlarında gerçekleştiriliyordu. Sıradan bu radyo haberleşmesi kalabalık kanallarda girişim, gecikme gibi etkenlerle sağlıklı bir biçimde olmaktadır. MF gündüz 250 km ile sınırlı iken VHF yaklaşık 50 km ile sınırlıdır. HF (2-30 MHz) bandında iyonosferin bu frekanslardaki özelliğinden faydalanılarak binlerce km.lik bir haberleşme sahasına sahip olabilmektedir (11. Mevcut spektrum ve iyonosfer düzensizliklerinden ötürü bu haberleşme olanağı ve kalitesi sınırlı olmaktadır 121.

Son onbeş yıldır, deniz taşıtları için uydu gezgin servislerin kullanımı gündeme gelmiş ve uygulanmaktadır. INMARSAT m servise girdiği 1902 den beri abone sayısı 199f> yılında 17.000 olacağı umulmaktadır (11. Kısa sürede hızla büyüyen abone sayısı uydu deniz gezgin servise duyulan pazar isteğini açıkça ortaya koymaktadır.

## 2.3. Uydulu-Hava Gezgin Haberleşme Sistemi (U-HGHR)

Hava ulaşım araçları için gezgin haberleşme olanağı sağlayan sistemdir. Hava ulaşım araçları yolcu uçakları ve özel uçaklar olarak iki kısma ayrılır. 2000 yılında dünyada 12.000 adet yolcu uçağı olacağı tahmin edilmektedir. öte yandan irili ufaklı özel uçakların günümüzde sayısı 330.000 den daha fazladır İM.

Hava ulaşım araçları, hava trafik servisi, uçak kontrol ve yolcu haberleşmesi için ses ve data haberleşmesine gereksinim duymaktadır. Normalde, hava trafik kontrolü için VHF kullanılmaktadır. Her zaman mümkün olmamakla birlikte okyanuslar

üzerinde HF kullanılmaktadır. Daha güvenilir bir hava haberleşmesi için uydu bağlantılı gezgin servis deneme çalışmaları 1984 başlatılmıştır.

## 3. Propagasyon Modeli

Şekil 1. de uydu gezgin haberleşme sisteminin kanal modeli gösterilmiştir (41. Uç çeşit uydu gezgin kanal vardır. Dunlar;

- uydu / hava gezgin
- uydu / kara gezgin
- uydu / deniz gezgin

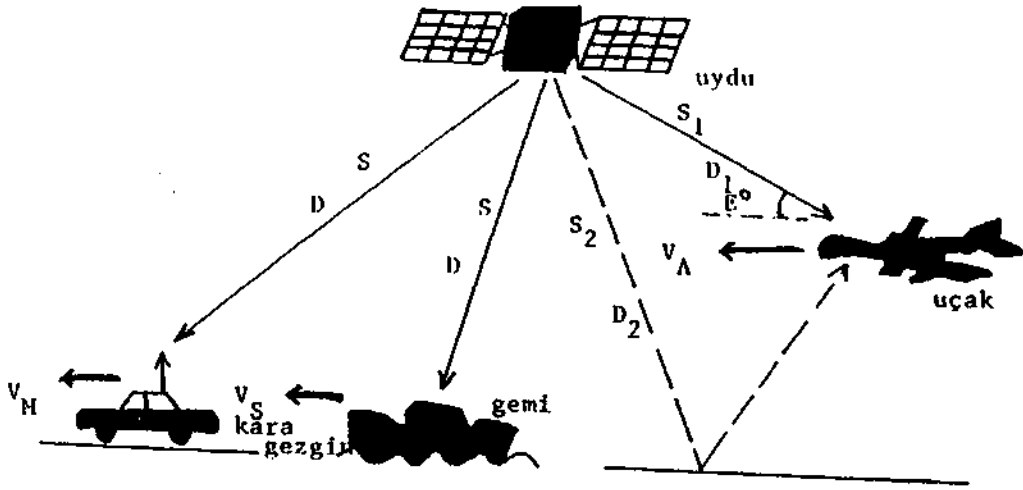
olarak verilebilir. Uydu gezgin kanallar bilinen Rician fading kanalı ile karakterize edilir. Bu modelin oldukça yararlı ve doğruluk derecesinin oldukça yüksek olduğu konusunda birçok çalışmaya mevcuttur (41, (51, 16J, 171.

Rician fading kanalı modeli Rician yoğunluk işlevi yardımıyla analiz edilir. Rician yoğunluk işlevi Rayleigh yoğunluk işlevinin özel bir durumudur. Çok yollu propagasyon da alıcı anteninde rastlantıllı saçılmış bileşenlerin fazörel toplamları alınır. Alınan işaretin genliği Rayleigh olasılık ile tanımlanır. Eğer alıcı antenine bu çok yollu propagasyon ile sabit genlikli doğrudan bir işaret ulaşıyorsa Rayleigh olasılık yoğunluk işlevi Rician hale dönüşür. Gölgelemesiz propagasyonda, alınan toplam işaret saçılmış bileşenler ile nisbeten sabit doğrudan işaret bileşeninin toplamına eşittir.

Hu eşitlik (1.) ile açıklanabilir.

$$R_1 = r \cdot \exp \{j\theta\} = A_j \exp \{j\phi\} \cdot \exp \{j\theta\} \quad (1)$$

Durada  $r$   $R_1$  in genliği,  $e$  doğrudan bileşene göre  $r_1$  in **fazı**,  $A_0$  **doğrudan bileşenin genliği**,  $\theta_0$  **doğrudan bileşenin**  
**ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ**



Şekil.1 Uydu gezgin haberleşme sistemi için propagasyon modeli

fazı,  $W$  saçınmış çok yollu bileşenin genliği.  $V_R$  doğrudan bileşene göre çok yollu bileşenin fazıdır. Toplam alınan işaret Rician olasılık dağılımı ile verilir [1].

Eğer doğrudan bileşen  $g_{UC}$  1 almırsa

$$K = \frac{1}{\sigma^2} \quad \text{---MI}$$

olarak elde edilir.

Rician olasılık işlevi yeniden yazılırsa

$$f(r) = \frac{r}{\sigma^2} \exp \left\{ -\frac{r^2 + A_0^2}{2\sigma^2} \right\} I_0 \left( \frac{r A_0}{\sigma^2} \right) \quad r > 0 \quad (2)$$

$$f(r) = 0, \quad r < 0$$

Durada;  $r$  yoğunluk işlevinin rastlantı değişkeni,  $A_0$  doğrudan bileşenin genliği,  $\sigma$  standart sapmayı tanımlar.  $\eta$  ise sıfırdan birimden birinci tür Bessel işlevidir.

Rician fading kanalında doğrudan bileşen gücünün, çok yollu saçınmış bileşen gücüne oranı propagasyon faktörü olarak tanımlanır ve  $K$  ile gösterilir.

$K = \text{doğrudan bileşen gücü} / \text{çok yollu bileşen gücü}$

$$f(r) = \frac{r}{\sigma^2} \exp \left\{ -\frac{r^2 + A_0^2}{2\sigma^2} \right\} I_0 \left( \frac{r A_0}{\sigma^2} \right)$$

13)

$$f(r) = K \cdot r \exp \left\{ -\frac{r^2 + A_0^2}{2\sigma^2} \right\} I_0 \left( \frac{r A_0}{\sigma^2} \right) \quad (5)$$

şeklinde işlev tek bir değişkene bağlı olarak bulunur.

(5) nolu eşitlikte Rician fading modeli elde edilmiştir. Şimdi her üç çeşit uydu gezgin kanal için  $K$  propagasyon parametresi belirlenmelidir.

U-KGİİS için  $K$ , doğrudan bileşen ile gezgin birim yakınlardaki bina, dağ, tepe vb. gibi yapılardan saçınmış çok yollu bileşenin gücüne bağlıdır. Yapılan propagasyon ölçümlerinde  $K = 10-20$  dB arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu ölçümler tarafımızdan L bandda yapıldığı gibi bu alanda birçok çalışma mevcuttur [1].



Uydu-deniz gezgin haberleşmede propagasyon parametresi K, 8-10 dn olarak ölçülmüştür [4], [11]. U-DGHS de K daha çok deniz yüzeyinden yansımış işarete bağlıdır. Özellikle yansımış bileşen düşük yükselme açılarındaki güçlü çok yollu bileşenler içermektedir.

Uydu-hava gezgin sistemde alıcı antenine işaret doğrudan ve yeryüzeyinden yansımış bileşenlerin toplamı olarak ulaşmaktadır. Şekil 1 incelenecek olursa hava gezgin birim antenine iki ayrı işaret gelmektedir. Bunlardan birincisi doğrudan havadan gelen ( $S_1$  ve  $D_1$  bileşenlerini içeren) diğeri yerden yansıyarak gelen ( $S_2$  ve  $D_2$  bileşenlerini içeren) dir. Yapılan tespitlerde

$$S_1 - L/D^{++} \text{ dB}, \quad S_2 / S_1 = 0^{20} \text{ dB}$$

$$\text{ve } S_2 / D_2 = 0 \text{ dB}$$

olarak bulunmuştur [4]. Burada 1 ve 2 indisleri sırasıyla doğrudan yol ve yansımış yolu açıklamaktadır. Eğer anten doğrudan işaret ye yansımış işareti alacak şekilde yerleştirilirse, bu iki işaret girişime neden olur ve alınan işaret düzeyi azalır. Eğer anten uçağın üst kısmına yerleştirilirse sadece doğrudan işaret alınır, yansımış işaret alınmaz dolayısıyla  $\alpha$  I inan işare t dü ze y i a r t a r . Ancak çok küçük yükselme açılarındauçağın yapıslındanötürü gölgeleme etkisi ile alınan işaret, düzeyi düşür U-HONS için bir başka sorun dnpplcr frekans kaymasıdır. Uçak kara taşıtlarına nazaran daha büyük hızlarda seyrettiği için doppler frekans kaymasının büyük olmasına neden olur. Buda gezgin terminallerde olomotik frekans ayarlama devreleri kullanımı zorunlu kılar.

#### 4. Fading Derinliğinin Belirlenmesi

Fading içeren sayısal haberleşme sistemlerinde isteni-

762

len bit hata oranını elde etmek için fading derinliğinin saptanması gerekir. fading yokken istenilen bit hata oranını elde etmek W güc düzeyine gereksinim duyulurken, fading varlığında aynı performansı elde etmek için F fading derinliği kadar ilave güce gereksinim vardır. bu durumda kararlaştırılan performans elde etmek için W+F kadar güç gereklidir. Bu nedenle fading derinliğinin belirlenmesi gerekir.

Fading derinliğinin belirlenmesinde, yöntemlerden biri olasılık dağılım işlevlerini kullanmaktır. Belirli bir fading düzeyi için haberleşme süresinin yüzdesi yada diğeri bir açıklama ile belirli bir haberleşme süresi yüzdesi için fading derinliği bulunur. Olasılık yoğunluk işlevi  $f(r)$  nin olasılık dağılım işlevi

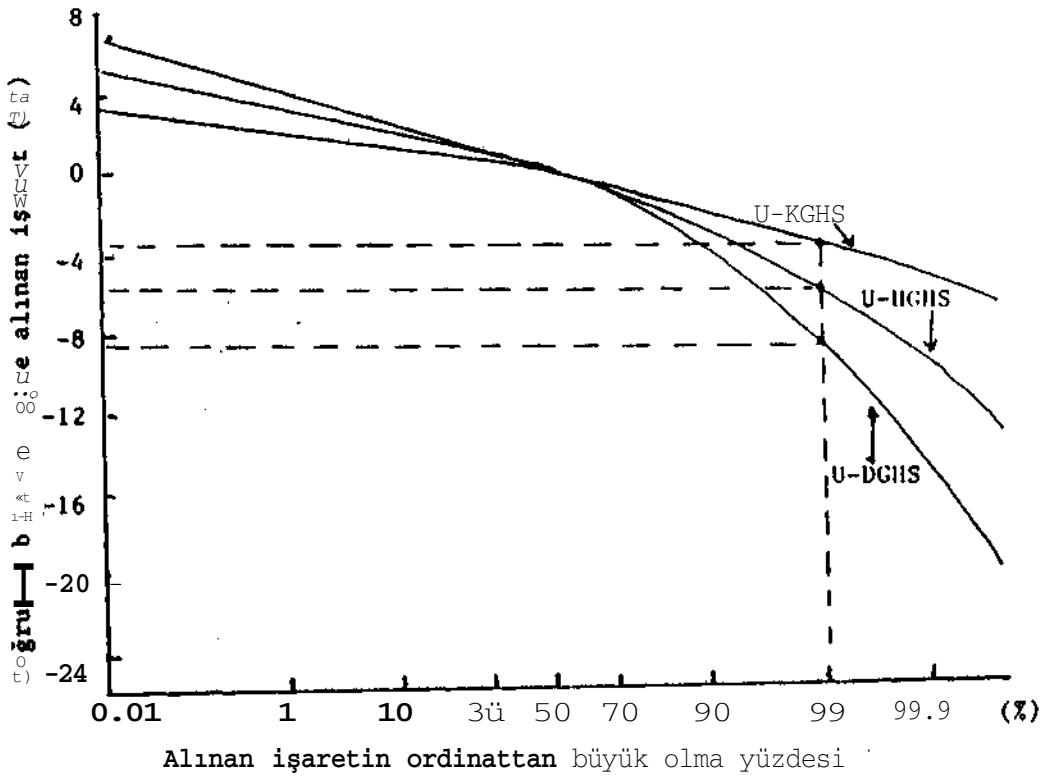
$$P(r > R) = \int_R^{\infty} f(r) dr$$

$$= 1 - \int_0^R f(r) dr \quad (6)$$

(5) eşitliğindeki  $f(r)$ , (6) da yerine yazılırsa

$$p(r > R) = 1 - \int_0^R K.r \cdot \exp \left[ -K \left( \frac{r^2}{2} \cdot \frac{1}{J} \right) \right] U.r.rtl.dr \quad (7)$$

(7) nolu eşitlik sayısal yöntemlerle çözülüp fading derinliği hesaplanır. (7) nolu olasılık dağılım işlevi, her üç haberleşme sistemi için belirlenen K propagasyon parametresi değeri için sayısal integrasyon



Şekil.2 Rician fading analizi

uygulanarak çözülmüş ve sonuçlar grafik halinde Şekil.2 de verilmiştir.

#### 5.Sonuç

Uydu gezgin servisler, kara, deniz ve hava ulaşım araçları için haberleşme servisi sunabilmektedir. Uydu-kara, uydu-deniz, uydu-hava gezgin haberleşme kanalları, Rician olasılık işlevi ile modellenenbilir. Modelde kullanılmak üzere K propagasyon parametresi U-KGHS için 14 dB, U-DGHS için 8 dB ve U-HGHS için; eğer alıcı anteni Şekil.1 de gösterildiği gibi her iki bileşeni ( $S^1$  ve  $S^2$ ) olacak biçimde yerleştirilmişse K=10 olarak tesbit edilmiştir. (7) nolu eşitlikteki Rician fading modeli sayısal yöntemlerle çözümlenerek her üç sistem için fading derinliği bulunmuştur. Haberleşme süresinin %99'u için tasarımda kullanılacak en büyük fading derinliği F;

U-KGHS için -3 dB  
 U-DGHS için -? dB  
 U-HGHS için -6 dB

olarak bulunmuştur.

#### KAYNAKLAR

[1] Ghais A., Berzins G., Wright J., 'INMARSAT and the Future of Mobile Satellite Services', J. of the Journal of the IEEE, Vol. SAC-5, No.4, pp. 592-600, May 1977.

[2] Brinken, A.F., Arndtson R.E., Frey R.L., Lewis J.R., 'Land Mobile Communications and Position Fixing using Satellites', IEEE Trans. on Veh. Tech. Vol. VT-28, No.3, pp.153-170, Aug. 1979

[3] Kipps J.O., 'Land Mobile Satellite Systems', Proc. of the IEEE, vol.78, no.7, pp.1107-1115 July 1990,

[4] Hara S., Morinaya No., 'Optimum Post-iversity of Binary DPSK System in Fast Rician Fading Channel', The Trans. of the IECR vol.E.73 No.2 pp.220-220, Feb.1990.

[5] Belle, P.A., 'Aeronautical channel characterization', IEEE Trans. Commun., vol. COM-21 pp. 540-563, May 1973.

[6] Vogel W.J., Ilong Ü.S., 'Measurements and Modeling of Mobile Satellite Propagation at UHF and T.-band.' TEFE Tr, is. anl-ennas and propacj., vol. AP-36, pp.707-710, m.jy 1900.

[7] Mason I.J., 'An Error Prohabiti Iiy Formula for M-ary DPSK in f.isl; Rician Fa d.i n<] and Gaussian Noise', IEEE Trans.Commun Vol. COM-35 pp.976-970, Sept.1907.

10 J Schwart:z M., 'Jnforma Lion T.transn.i ssi.on, Modu Jal; ion, and Noise', McGraww-HJ.11, EEF sries, 1970.

19] Davarian F., 'Channel Simulation to facilitate Mobile-SaLellite Comrnica tions Research', IEEE Trans.on Corumun, vol. com-35, NO.J. pp.47-56, Jan.1987.

140] Kanhak A.V., 'Databnae for Propagation Hodels' JPT, publi.c:a lion 91-31, pp. 147-1.51, Jily 1991.

[11] llagenauer .T., el; al., 'The Marit:ime Satellile Comrnica I; ion Channel-Channcl Model, Peiförmance of Modu la lion a IKI Coding', IFIEM J. Selected Areas Conmuni., SAC-5, pp.701-713, May 1907.



Ar.:. Gör. i. Hakkı ÇAVDAR : 1964 yi lında Trabzon'da doğdu. ilk, orta. ilse öğrenimini Trabzon' da tamamladı. 1985 yi lında Gazi Univ. Elektronik Böl. de lisans, 1908. de K.T.U. de yUksek lisans öğrenimini tamamladı. 1988 de K.T.U. de doktora öğrenimine başladı ve halen devam etmektedir. 1986 yılından beri K.T.U. Elektronik MÜh. Döl. de Araş;. Gör. olarak görev yapmaktadır. Uydu haberleşmesi, gezgin haberleşme ve propagasyon konularında çalışmaktadır.

764



Hasan DİNÇER 1946 y1 ulda Malatya'da doğdu. 1971 yılında i.T.i) . Fİekirik Fakültesi'nden Y.Müh, diplrması aldı. 1977 y1 lında üniver şily Of Bradford'dan

Doktora dereçeri aldı. 1905 yılında Telekomin. isyon Ana Hilim Dal ında doç, ent oldu. halen K.T.U. Fİekironik Ana bilim Pal ı başkanı olarak görev yapmak Ladır.

Çalışma alanları : Fİekironik devreleri ve sisicmleri, Haberleşme sistemleri ve Ant enlenir. Dr. H. Dinçer'in bU konuda <jeşilli i araşt: rıma ve uygulamaları vardır.