



**EMO**



**KTÜ**



**TÜBİTAK**

# ÖNSÖZ

Giderek gelenekselleşen Elektrik Mühendisliği Ulusal Kongrelerinin beşincisinde Trabzon'da buluşuyoruz. EMO ile KTÜ Elektrik—Elektronik Mühendisliği Bölümü'nün işbirliği ve TÜBİTAK'ın katkısıyla gerçekleşmekte olan Kongremizin başarılı ve verimli geçmesi umudundayız. 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 metinlerinin 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 dileğindedyiz.

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/fuların çok değerli bir 'Meslekiçi 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 KT, 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 bilimselm - 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 (K1U)  
Yakup AYDIN (EMO) Sefa AKPINAR (KTU)  
Canan TOKER (ODİU) Kaya BOZOKLAR (EMO)  
Hasan DİNCER (KTU) A.Oğuz SOYSAL (IU)  
Abdul İlah SEZGİN (KTU) İrfan SENLİK (EMO)  
Kenan SOYKAN (EMO) Y.Nuri SEVGİN (EMO)

## DANIŞMA KURULU

Rasim ALÜEMİR (BARMEK) Mehmet KESİM (Anadolu U)  
Teoman ALPTURK (TMMOB) Macit MUTAF (EMO)  
Ahmet ALTINEL (TEK) Erdiñç ÖZKAN (PTT)  
İbrahim ATALI (EMO) Kamil SOĞUKPINAR (TETSAN)  
Malik AVİRAL (ELİMKO) Sedat SİSBOT (METRONİK)  
Emir BİRGÜN (EMO) Atıf URAL (Kocaeli U.)  
Sıtkı ÇİĞDEM (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 (I TU)  
Ersin KAYA (Kaynak) Kemal ÖZMEHMET (DEU)  
Okyay KAYNAK (Boğaziçi U)

## SOSYAL ETKİNLİKLER KURULU

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

# BİRLEŞİK KODLAMALI MODÜLASYON TEKNİĞİNE DAYALI BİR OTOMATİK YİNELEME İSTEME DİZGESİNİN BAŞARIM ÇÖZÜMLEMESİ

Raci ALGIN\* , Ümit AYGÖLÜ"

\* Y.T.Ü. Elektronik ve İlab. Müh. Bölümü, 80670 Maslak-İstanbul

\* İ.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi, 80626 Maslak-İstanbul

**Özet:** Bu çalışmada, birleşik kodlamalı modülasyon tekniğine dayalı yüksek iş çıkarma yeteneğine sahip, yüksek güvenilirlikte yeni bir otomatik yineleme işlemeli dizge tasarlanmıştır. Modülasyon için, sabit zarf ve sürekli faz özellikleriyle, doğrusal olmayan kuvvetlendirme içeren band sınırlı kanallarda çekici bir yöntem olan hızlı frekans kaydırmak anahtarlama tekniği kullanılmıştır. İki; demodül edilmiş dizlerin imlalarını sezen  $R=1/2$  oranlı doğrusal blok kodu, ikincisi; modüle edilmiş kanat dizilen arasındaki Öklid uzaklıklarını artırarak hata başarımını yükseltmeyi amaçlayan  $R = 1/2$  oranlı kafes kodlayıcı olmak üzere iki kodlayıcı kullanılmaktadır. Alıcıda gürültülü kanal çıkışı yumuşak kararlı Viterbi Algoritmalarıyla çözümlenmektedir. Yineleme İstemeli Viterbi Algoritması kullanılarak güvenilirliği artırma yoluna gidilmiş, ayrıca alıcı tarafta bellek kullanılarak aynı bir kod sözcük dizisinin her bir iletiminde olurlu giriş dizilerine olan Öklid uzaklığı bilgilerini saklayıp, birikmiş Öklid uzaklıklarını toplayarak, Viterbi Algoritmasıyla daha sağlıklı karar verilmesi olanağı sağlanmıştır.

## 1 GİRİŞ

İletişim dizgelerinde, bilginin alıcıya ne kadar yüksek oranda doğru olarak aktarılacağı önemli bir sorundur. Bir iletişim dizgesinin nitelik ölçütleri; iş çıkarma yeteneği (throughput) ve güvenilirliktir (reliability). İş çıkarma yeteneği, birim zamanda alıcının doğru olarak kabul ettiği enformasyon bilgi sayısının, aynı zaman aralığında iletilen toplam bit sayısına oranıdır. Güvenilirlik ise, alıcının doğru kabul ettiği bitler içerisindeki hata oranıyla ölçülür. Bu iki ölçütü en verimli noktada belirlemek gerekir. İletim ortamlarındaki gürültünün etkisini en aza indirmek için çeşitli yöntemler uygulanır. Bunların en basiti bilginin kodlanarak iletimi ve alıcıda da kod çözülerek kullanıcıya ulaştırılmasıdır. İletimi işlemi daha verimli kılmak ve aynı anda birden fazla ve farklı bilgiyi iletebilmek için modülasyon işlemlerinden de yararlanılmaktadır. Sayısal iletişim dizgeleriyle, iletim hatalarını kontrol etmek veri iletiminin güvenilirliği ve iş çıkarma yeteneği açısından gereklidir. Başarımın iyileştirilmesi amacıyla kullanılan iki temel yöntem vardır:

İleri Yönde Mata Düzeltme (FYID), (FEC, Forward Error Correction),

2-Otomatik Yineleme İsteme (OYİ), (ARQ, Automatic Repeat Request)[1].

FYID dizgelerde, alınan kod sözcüğünün hatalı bit içerdiği sezilirse, alıcıda kullanılan hata düzeltme kodu yardımıyla, kodun yetenekleri ölçüsünde hata düzeltilir. Eğer düzeltilemezse, hatalı olarak kullanıcıya iletilir.

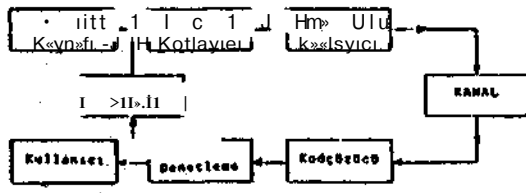
OYİ dizgelerde ise, düzeltme yerine hata sezici kodlar kullanılarak, kod sözcüğünün hata içerdiği sezilirse; ayrı bir geri besleme kanalından yeniden iletim isteği gönderilerek yeniden iletilmesi sağlanır. Bu yöntemde, hata sezici kodun sezemediği kod sözcükleri hatalı olarak kullanıcıya iletilir. OYİ dizgeleri üç temel yapıda oluşturulurlar: 1-Dur ve Bekle (DB), (Stop and Wait, S/W); bir kod sözcüğünün kullanıcıya iletilmesinden sonra yeni kod sözcüğünün gönderildiği yapıdır. 2-N-Adım Geri Dön (N-AGD), (Go Back-N, GBN); bir kod sözcüğü hakkında alıcıdan onaylama/onaylamama bilgisi gelinceye kadar N-1 tane kod sözcüğü ilaha gönderilir. Eğer gönderilmiş kod sözcüğü onaylanmışsa; (N + 1). kod sözcüğü gönderilir, onaylanmamışsa; N tane kod sözcüğü yeniden gönderilir. 3-Seçerek Yineleme (SY), (Selective Repeat, S/R); N-AGD yapısı gibidir, ancak, hata durumunda yalnızca hatalı olan kod sözcükleri yeniden gönderilir. Doğru olarak alınan kod sözcükleri alıcıda bir ara bellekte bekletilir. FYID yönteminin yüksek iş çıkarma yeteneği ve ARQ yönteminin yüksek güvenilirlik özelliklerini bir araya getirerek daha ideal bir iletişim dizgesi ortaya koymak üzere bu iki yöntemi birleştiren Karma OYİ (Uybirid AIIQ) dizgeler geliştirilmiştir [1]. Üç temel ARQ yapısı için iş çıkarma yetenekleri [1]:

$$\begin{aligned} \eta_{DB} &= P_c / (1 + D_v/n) \cdot (k/n) \\ \eta_{N-AGD} &= P_c (k/n) / [P_c + N(1 - P_c)] \\ \eta_{SY} &= P_c k/n \end{aligned} \quad (1)$$

Çeşitli sayısal iletişim dizgelerinin hata basarnalarının artırılmasına yönelik olarak ilk kez Ungerboeck [2] tarafından ortaya atılan kafes kodlamalı modülasyon (KKM) tekniğinde, kodlama fazlalığı, modülasyonlu işaretler kümesi gereğinden geniş tutula-

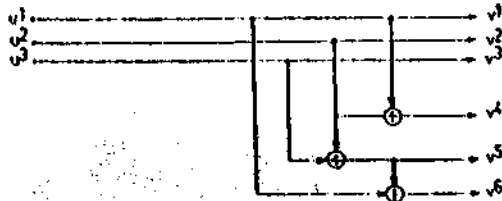
rak sağlanmakta, kodlama ve eşleme adımları kodlanmış işaret dizileri arasındaki serbest Öklid uzaklığını en büyük yapmak amacıyla bir bütün olarak düşünülmektedir. Bu özelliğinden dolayı birleşik kodlamalı modülasyon tekniği OYİ dizgelerde de kullanılmaktadır [3], [4], [5]. Bu çalışmada, sürekli fazlı frekans kaydırmalı anahtarlama (CFMSK, Continuous Phase Frequency Shift Keying, FFSK); sabit zarf, düşük spektral yayılma ve ikili faz kaydırmalı anahtarlama eşdeğer hala başarımlı özellikleriyle bant verimlilikli sayısal iletişim dizgeleri için uygun bir modülasyon tekniği olarak belirmektedir. KKM tekniğinin UFKA ya uyarlanması Moreno ve Pasupatı [6] tarafından incelenmiştir. Bu çalışmada oluşturulan dizge için  $11=1/2$  oranlı bir kafes kodlayıcı seçilmiştir.

## 2 HFKA TEKNİĞİ KULLANILAN BİRLEŞİK KODLAMA-MODÜLASYONLU BİR OYİ DİZGENİN YAPISI



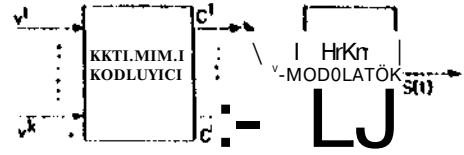
Şekil-1 Tasarlanan 4liti\*ai blok şeması.

Şekil-1'de tasarlanan dizgenin blok şeması görülmektedir. Detaylandırılmış kod sözcüklerindeki hataları sezme amacıyla  $11=3/0$  oranlı bir C (6,3) doğrusal blok kodlayıcı kullanılmaktadır. Kodlayıcının devre yapısı Şekil-2'de verilmektedir. Doğrusal blok kodlayıcının çıkışında elde edilen kod sözcüğü, birleşik kodlamalı modülasyon tekniğine göre tasarlanmış UFKA kafes kodlayıcısına gelmektedir. UFKA kafes kodlayıcısının genel yapısı Şekil-3'te görülmektedir.

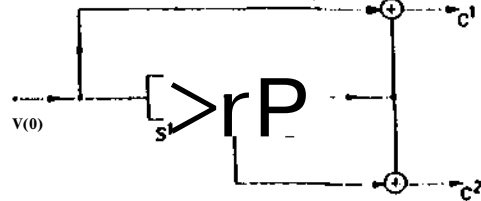


Şekil-2 Tasarlanan 6lsteaatlık doğrusal blok kodlayıcı devresi.

İki ölçenmeli yazıcı ve iki toplayıcıya sahip katlamalı kodlayıcı ise Şekil-4'te verilmektedir. UFKA işaret k $\llcorner$ HW $\gg$  ve bellekli yapı, Şekil-5 ve Şekil-6 da görülmektedir.

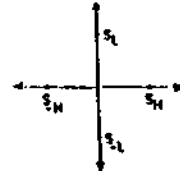


Şekil-3 HFKK kafes kodlayıcı genel yapısı.

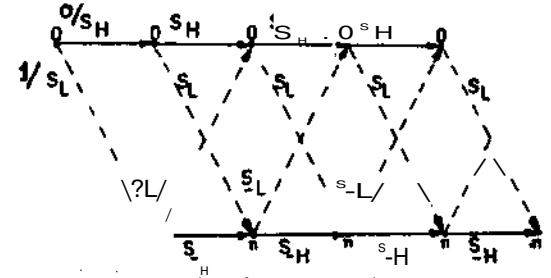


Şekil-4 Tasarlanan katlamalı kodlayıcı devre.

•••••



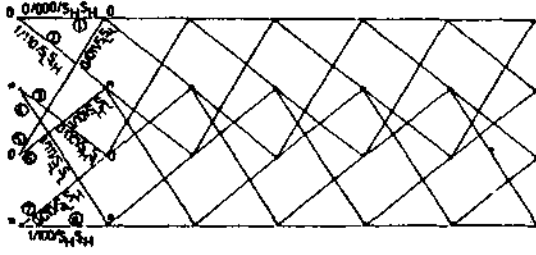
Şekil-5 Modülasyonlu işaretin vektörel gösterimi.



Şekil-6 HFKK kafes durumu gösterimi.

İler bir giriş bilgi biti için, çıkış işaretleri '•••••' veya '»-i' olacaktır. Gösterimde düğümler, bir değişim noktalarını belirtmektedir. Bu çalışmada kullanılan UFKA kafes kodlayıcı yapısı ise, Şekil-7'deki gibi oluşmaktadır. Modülasyonlu işaretlerin oluşturulması, Tablo-1'de gösterilmektedir.

Elde edilen modülasyonlu işaretler, toplamsal beyaz Gauss gürültülü kanal üzerinden, bozulmalara uğrayarak alıcıya ulaşmaktadır. Alınan sembelleri çözmek amacıyla yumuşak kararlı Viterbi Algoritmasından [7] yararlanılmaktadır. Viterbi kod çözücü çıkışında karar verilen kod sözcüklerinin hatalı olmadığı, hata sezici C blok kodunun yapısına uygun olarak araştırılmaktadır. Eğer alınan bir kod sözcüğünün hatalı olduğuna karar verilmişse, gürültüsüz bir geri besleme kanalı üzerinden onaylama yolunda bir bilgi gönderilerek vericinin o kod sözcüğünü yeniden iletmesi istenmektedir. Hatasız olduğuna karar verilirse bu kez geri besleme kanalından onaylama bilgisi gönderilmekte ve vericinin sıradaki kod sözcüğünü iletmesi sağlanmaktadır. Hatasız olduğuna karar verilen kod sözcükleri kullanıcıya aktarılmaktadır.



Şekil-7 Tasarlanmış beyaz kodlanmış HFKA kodlayıcı yapısı.

v.	c.	e?				
0	0	0	S <sub>1</sub> L <sup>s</sup> H	1	0	1
0	0	±	S <sub>1</sub> H <sup>s</sup> L	-1	0	0
0	1	0	S <sub>1</sub> L <sup>s</sup> H	0	-1	1
0	1	1	S <sub>1</sub> H <sup>s</sup> L	0	1	0
1	0	0	V <sub>1</sub> L <sup>s</sup> H	1	0	-1
1	0	1	S <sub>1</sub> H <sup>s</sup> L	1	0	0
1	1	0	*L <sup>s</sup> L	(1	1	-1
1	1	1	&L <sup>s</sup> L	0	-1	0

Tahlo-1 KodUlasyonlu ibaretlerin oluşturulması.

### 3 HFKA KODLAYICISININ HATA SINIRLARI

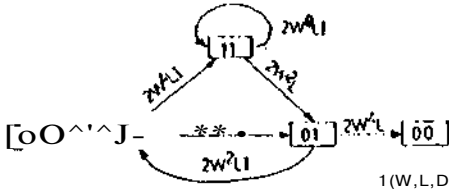
Bu çalışmada kullanılan 1/2 oranlı UFKA kodu düzgün hata özelliğine sahip olduğundan, aktarım işlevi Zehavi-Woir [8]' un önerdiği yöntemle belirlenebilir. Bu kodlayıcının hata durum diyagramı Şekil-8' de verilmiştir. Buna göre aktarım işlevi,

$$T(N, L, I) = \frac{8N^4 \cdot L^2 \cdot I - 16N^2 \cdot L^4 \cdot I^2 + 16N^4 \cdot L^2 \cdot I^3}{1 - 4N^2 \cdot L^2 \cdot I - 2N^2 \cdot L \cdot I + 8N^4 \cdot L \cdot I^2 - 8N^2 \cdot L^2 \cdot I^2} \quad (2)$$

biçiminde bulunmaktadır. Toplamsal beyaz Gauss gürültüsü ile modellenen kanallar için bit başına  $c_{er}$  'ye göre normalize edilmiş bit hata olasılığı üst sınırı,

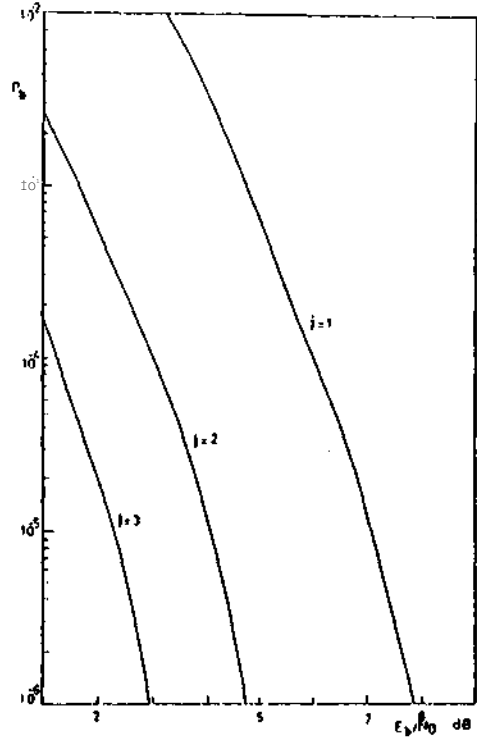
$$P_{e,s} \leq Q(\sqrt{d_0^2 E_b / 2N_0}) \cdot \exp(d_0^2 E_b / 4N_0) \cdot \frac{T(N, L, I)}{\sum_{i=1}^{i=n} \exp(-E_b / 4N_0)} \quad (3)$$

olarak verilebilir. Burada  $d_0$  beyaz Gauss gürültü-



Şekil-8 Hata durumu diyagramı.

sünün tek yanlı güç spektral yoğunluğunu,  $\langle \epsilon^* \rangle$  serbest Öklid uzaklığını göstermektedir. Bit. hata olasılığı üst sınırları; çeşitli  $E_b/N_0$  oranları için hesaplanarak Şekil-9' da ( $j=1$ ) verilmiştir.



Şekil-9 Hata olasılığı üst sınırları. ( «kit» Mazerat \* ballak kullanan. ) " " İtilitli yntni • İnda (arktı ) İhr İctm hata olaallıfının İşarat «Ucolto oranına göre değiğitil.

### 4 YİNELEME İSTEMELİ VİTERBİ ALGORİTMASI VE BU ALGORİTMANIN BAŞARIMA ETKİLERİ

Önerilen dizgede, karma OYİ dizgelerinin genel hedefi doğrultusunda hem iş çıkarma yeteneğinin hem de güvenilirliğin yüksek olması amaçlanmıştır. Ancak güvenilirliğin daha öncelikli olabileceği, ama iş çıkarma yeteneğinin de çok azalmasının istenmeyeceği durumlarla karşılaşılabilir. Yamamoto ve Itoh[9] tarafından önerilen yineleme istemeli Viterbi Algoritması bu gereksinimleri giderme doğrultusunda geliştirilmiştir. Bu algoritma, normal Viterbi algoritmasıyla aynı çalışma ilkesine dayanmakla birlikte, kanal çıkışında alınan  $\hat{t}$  vektörü ile  $t$  işaret vektörleri arasındaki uzaklığın belirlenmesinde sağlanması gereken bir uzaklık alt sınırı getirmektedir. Bu sınır herhangi bir A sayısı ile ifade edilirse, bir düğüme gelen farklı iki yol a ve b, a yoluna göre belirlenen uzaklık  $d_a$  ve b yoluna göre belirlenen uzaklık  $d_b$  ile gösterilmek üzere,

$$|d_a - d_b| \leq A \quad (4)$$



koşulu sağlanmak üzere herhangi  $\rho$  kabul edilebilecektir. Yineleme istemeli Viterbi Algoritması için bit. hala olasılığı sınırının,

$$P_b \leq Q\left(\sqrt{\frac{d_b^2 \cdot E_b}{2N_0}} + u\sqrt{\frac{E_b}{2N_0}}\right) \cdot \exp\left(-\frac{d_b^2 \cdot E_b}{4N_0}\right) \cdot T(W, L, I) \quad (5)$$

$V = \sum_{l=1}^L \frac{1}{M} \exp\left(-\frac{E_b}{4N_0}\right)$

oturağı gösterilebilir [1]). Burada  $u$ ,

$$u = \frac{1}{\sqrt{E_b/2N_0}} \quad (6)$$

biçiminde tanımlıdır. Yineleme İstemeli Viterbi Algoritması kullanan dizgeler için iş çıkarma yeteneği,

$$R = \frac{\text{kod çSzne işlemleri uygulanmış kod sözcüğü sayısı}}{\text{* kod sözcüklerinin toplan iletin sayısı}} \quad (7)$$

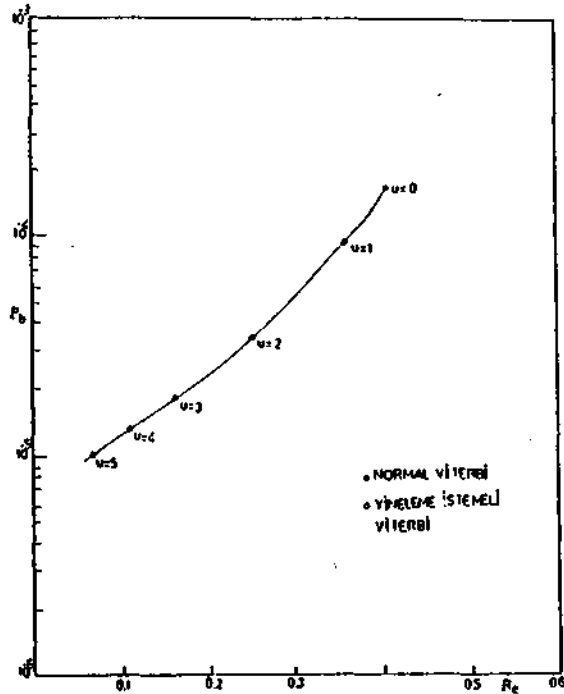
biçiminde tanımlıdır. Bu bağıntı yaklaşıklıkla,

$$V \approx \frac{R}{1 + P_x} \cdot L \quad (8)$$

biçiminde verilmektedir[9]. Bu yaklaşım için geçerlidir ve  $L$ ; kafesteki adımlı sayısını,  $R$ ; kod  $f$ ramm ifade etmektedir.  $P_x$  ise;

$$P_x \leq Q\left(\sqrt{\frac{d_b^2 \cdot E_b}{2N_0}} - u\sqrt{\frac{E_b}{2N_0}}\right) \cdot \exp\left(-\frac{d_b^2 \cdot E_b}{4N_0}\right) \cdot T(W, L, I) \quad (9)$$

$V = \sum_{l=1}^L \frac{1}{M} \exp\left(-\frac{E_b}{4N_0}\right)$



Şekil- 10. Tincitaa lıtı»ll vıtrrbı talımıla D» OYt yapıtı için 100-1 M dt\*trı için farklı u \*lara «0r\* If çıtama r«c«n«4fn(n <f«4fıf 1a1.

biçiminde tanımlıdır. (5) Bağıntısına dikkat edilirse  $A=0$  durumunun normal Viterbi Algoritmasının uygulandığı (3) bağıntısına özdeş olduğu görülecektir. Şekil-10' da farklı  $u$  değerlerine göre iş çıkarma yeteneğinin  $P_b/B_0=1$  değeri için hata olasılığına göre değişimi görülmektedir. (1) ile verilmiş olan iş çıkarma yeteneği ifadeleri, en büyük değerine göre normalize edilirse;

$$DB \quad \eta = P_c - 1 - P_b$$

$$N-AGD \quad \eta = \frac{P_c}{P_c + N(1-P_c)} - \frac{1-P_b}{1-(1-N)P_c} \quad (10)$$

$$SY \quad \eta = P_c - 1 - P_b$$

ilişkileri bulunmaktadır. Çeşitli  $A$  değerleri için; DB ve N-AGD ( $N=3$ ) OYI yapılarına ilişkin normalize iş çıkarma yetenekleri oluşturulan bir benzetim modeli yardımıyla hesaplanmış, elde edilen sonuçlar Şekil-11 ve Şekil-12' de verilmiştir.

## 5 ALICIDA BELLEK KULLANILMASI DURUMUNDA HFKA OYİ DİZGESİNİN BAŞARIMI

Alıcı tarafta bellek kullanılarak, aynı bir kod sözcüğünün her bir iletiminde oluşan Öklid uzaklıkları saklanıp, toplanarak daha sağlıklı karar verilebilmektedir. Bu yöntemde, bir kod sözcüğü ya önceden belirlenmiş bir  $m$  sayısı kez ya da kod sözcüğünün alıcıya, doğru olarak iletildiğine karar verilinceye kadar iletilmektedir. Bu yaklaşımda her bir iletim aşamasında oluşan Öklid uzaklığı bilgileri bellekte toplanarak tutulmaktadır. Kanala gönderilen işaret vektörü  $f$  ile kanal çıkışında alınan işaret vektörü  $r$  arasındaki Öklid uzaklığı,

$$d^*(\langle r, f \rangle) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (r_i - f_i)^2} \quad (11)$$

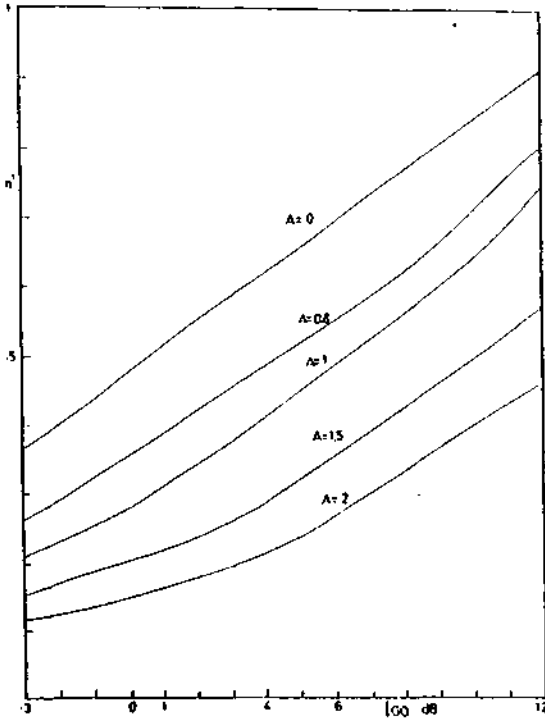
ile tanımlıdır.  $f$ ,  $n$  uzunluklu kod sözcüğünün  $M$  elemanlı bilgi alfabesindeki her bir işaret için Öklid uzaklığını ( $i=1, \dots, n$  ve  $1 \leq M \leq M$ ),  $d_{i,j}^*$  (1) ise,  $j$ . iletimde belirlenen Öklid uzaklığını ifade etmektedir,  $j$  Adımda belirlenen Öklid uzaklığı,

$$\eta = \sqrt{1 - P} \quad (12)$$

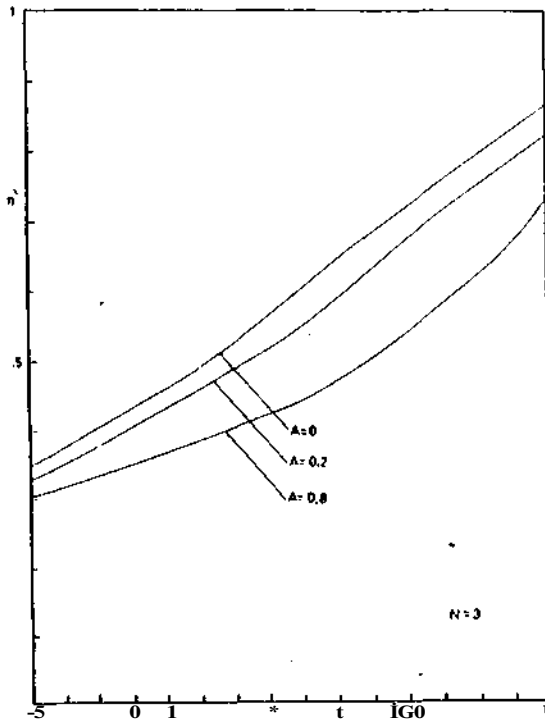
biçiminde ifade edilmektedir. Burada  $P$ , bir önceki iletimde belirlenmiş toplamsal Öklid uzaklığını göstermektedir ( $P(0)=0$ ). Buna göre  $D(i)$  matrisi,

$$D(i) = \begin{bmatrix} d_{1,1}^*(1) & \dots & d_{1,m}^*(1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n,1}^*(i) & \dots & d_{n,m}^*(i) \end{bmatrix} \quad (13)$$

biçiminde oluşturulmaktadır. Kod sözcüğünün  $i$ . ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 5. ULUSAL KONGRESİ



Şekil- 11 Tınel«« lıı»»tlı Vıterbi kullanan DS-SSYI yapıtı için bñzetim modeline göre farklı A değerleri için iş çıkışma yeteneği.



Şekil- 12 Tınel«« lıı»»tlı Vıterbi kullanan M- KGD OTI yapıtı için bñzetim modeline göre farklı A değerleri için iş çıkışma yeten. 01.

bileşeni,

$$D^{(1)} = \dots$$

ilişkiyle belirlenmektedir. Buna göre uzaklık

matrisinin,

$$D(j) = \begin{bmatrix} \min D_{1,p}(j) \\ \dots \\ \min D_{n,p}(j) \end{bmatrix} \quad (15)$$

liicMiiiiiKlegust.mliiic.si mümkiinclir. Uzaklık matrisiyle karar verilen işaretlere göre, alınan kod sözcüğü belirlenmektedir. Bli kod sözcüğünün, gönderilen bir kod sözcüğü olup olmadığı incelenerek yeniden ilettime veya başka bir kod sözcüğünün gönderilmesine karar verilmektedir.

Bu çalışmada, literatürde blok kodlar için verilen alıcıda bellek kullanımı, kafes kodlara uyarlanmıştır. (l; <lügiin numarasını, k; adım sayısını, j; iletim sayısını, i; <l. düğüme varan yolu belirttiğine göre,

$$I_q^*(j) = \dots$$

bağıntısı, herhangi bir k. adımdaki q. düğüme gelen dallar için Oklid uzaklığını vermektedir ( $I_q^*(P) = 0$ ). k; alınan dizinin çözüldüğü dizi ile çözülmesi gereken dizi arasındaki farklı işaret sayısı, R(j); j. adımda alınan dizi, S(j); j. adımda gönderilen dizi, Sf(j); j. adımda karar (geçici) verilen dizi olduğuna göre,

$$\langle DI-H.DI.r.OI.r.DI \dots \rangle \quad (17)$$

$$Rf(j) = s(j) + \dots$$

«P> N(j) gürültüyü ifade etmektedir. R(j)' nin S(j)' ye uzaklığı,

$$d^2\{R(j)-S(j)\} = D^2(j) \quad (18)$$

dir.

$$D^2(j) = E \int \{R(t)-S^*(j)\}^2 dt$$

$$= \sum_{i=1}^J \int_{t=0}^T \{r_i^2(t) - 2r_i(t)s_i^*(j) + s_i^{*2}(j)\} dt \quad (19)$$

$$r_i(j) = \dots \quad (20)$$

olduğuna göre,

$$D^{(1)} = E \int_{t=0}^T \{H_s(j) - s_i^*(j)\}^2 dt + \dots \quad (21)$$

olarak bulunur. R(j)' nin S(j)' ye uzaklığı;

$$d^2\{R(j)-S(j)\} = D^2(j) \quad (22)$$

olup,

$$D^2(j) = \dots \quad (23)$$

şeklindedir. Buna göre \*(J)-D()-D (j)>jo.ise; l((j). S\*(j) ' ye S(j)' den daha yakın olur ve hata oluşur. r^2;2;...; iken S(j) ile S(j) "in k bileşeni farklı olacağından "iki yol arasındaki hata oluşulığı" (j gön-

derme için),

$$P_k(j) = P_x(A(j) > 0) \quad (24)$$

$$*m - \int_{t_0}^{t_1} \int_{V} \mathbf{E} \cdot \mathbf{I} \mathbf{V} dt - \bullet \mathbf{J} \mathbf{D} j \cdot dt$$

$$2 \int_{D \ll 1} \mathbf{E} \cdot \mathbf{I} \mathbf{V} dt - \mathbf{a}_i(j) \mathbf{n}_i(j) \cdot dt$$

olarak belirlenir. k Farklı bileşen arasındaki karesel Öklid uzaklığı  $-d^2/B$  olmak üzere j kez gönderme sonunda  $-jd^2/B$  olacaktır. Dolayısıyla  $A \ll 1$  'nin birinci terimi  $! < \xi^*$  olmaktadır [3],[7]. İkinci terimin ise, ortalaması sıfır ve varyansı;

$$*i \rangle. 1-4 \rangle_0 E \cdot (\mathbf{a} \wedge \mathbf{j}) - \mathbf{a}(j) \cdot \mathbf{a}(j) \cdot dt = 2 \mathbf{a} \cdot \mathbf{j} \cdot dt \quad (25)$$

olup, j. iletimden sonra  $2 \rangle_0 dj E$  'ye yükselmektedir.  $A(j)$ , ortalaması  $-jd^2/B$ , varyansı  $Z \mathbf{J} \mathbf{N}^2 d^2$  olarak Gauss dağılımlıdır.

$$P_k(j) = P_x(A(j) \geq 0) \approx \int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi(2j \mathbf{N} \cdot d^2 E)}} \cdot \exp\left(-\frac{(a \wedge d^2 B) / (4j H_0 d^2 E)}{2j \mathbf{N} \cdot d^2 E}\right) da \quad (26)$$

olarak belirlenmektedir.

$$r = \frac{J \mathbf{d}^2}{\sqrt{2j \mathbf{N} \cdot d^2 E}} \quad (27)$$

Dönüşümü yapılırsa,

$$F_k(1) = 0 \left( \frac{J \mathbf{d}^2}{2j \mathbf{N} \cdot d^2 E} \right) - P_k \quad (28)$$

olarak yazılır. Hata olasılığı üst sınırı,

$$P_k \leq \frac{5}{k} \frac{J \mathbf{d}^2}{k P | 1} \quad (20)$$

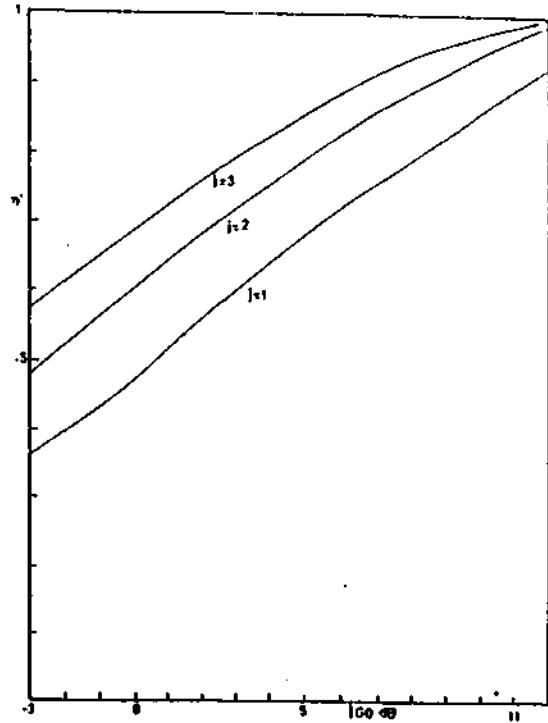
olup, burada  $a \ll 1$ ; k adımı farklı yol çiftleri sayısıdır (Aktarım işlevinin katsayılarıdır).

$$0(V \mathbf{I} \mathbf{V}) * \bullet \exp(-y/2), 0 < t \leq T \quad (30)$$

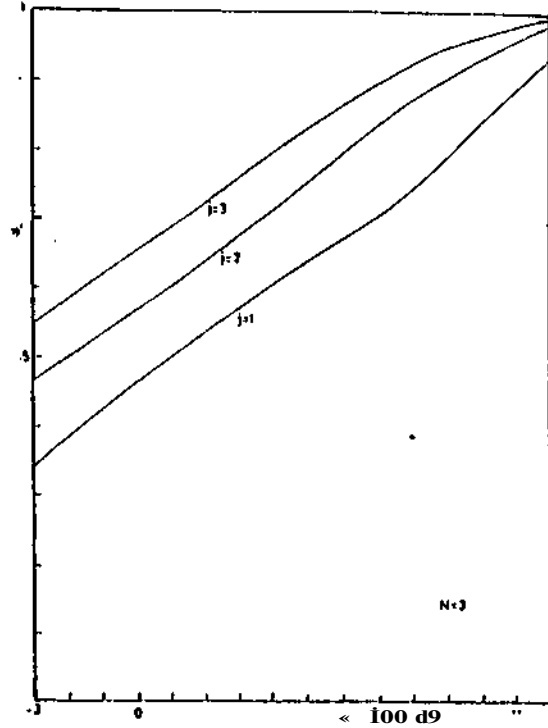
ve  $d^2 \cdot i \cdot d \mathbf{V} \ll j \mathbf{d}^2 B / 2 \rangle_{0,y} \rangle_{d^2} \rangle_{d^2} \rangle_{j \mathbf{N} / 2 \mathbf{N}_0}$  olursa,

$$P_k \leq 0 \left( \sqrt{2j \mathbf{d}^2 B / 2 \mathbf{N}_0} \right) \cdot \exp\left\{ \frac{j \mathbf{d}^2 B}{4 \mathbf{N}_0} \right\} \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \dots X_p(-) d^2 B / 4 H_0 \quad (31)$$

olarak belirlenmektedir. Burada belirlenen  $P_B$  ifadesinde toplam altındaki son terim, dizgenin aktarım işlevine karşı düşmektedir. Yukarıdaki bağıntılara dikkat, edilecek olursa, belirsiz durum için verilen bağıntılardan farkı, bütün terimlere j çarpanı gelmesidir, j' nin artması değerleri için hala olasılığın işaret gürlüğü oranına göre değişimi Şekil-9' da görülmektedir. Bu eğrilerden, bellekli alıcı durumunda dizge başarımının iyileştiği gözlenmektedir. Çeşitli değerleri için DB ve N-AGD (N=3) OYI yapılarına ilişkin iş çıkarma yeteneği oluşturulan bir benzetim modeli yardımıyla hesaplanmış, elde edilen sonuçlar Şekil-13 ve Şekil- M' te verilmiştir.



Şekil- 13 «İletim tarafta ara batlak kullanılmayan d<sub>0</sub> = 4... 1 kat Hatla sağdaki tarafta ot OTT yapısı için b<sub>0</sub>xi < t > pozitif için çıkarma yatanatlı.



Şekil- 14 «İletim tarafta ara b<sub>0</sub>ll.k kullanılmayan d<sub>0</sub> = 4... 1 kat Hatla sağdaki tarafta ot OTT yapısı için b<sub>0</sub>xi < t > pozitif için çıkarma yatanatlı.

## 6 SONUÇ

Un çalışmada iletişim dizelerinde hataların kontrol edilmesi amacıyla kullanılan, yüksek hasarıma sahip birleşik kodlamalı modülasyonu tekniğine dayalı bir OYİ dizgesi tasarlanmıştır. Dizgede; demodüle edilmiş kod sözcüklerindeki hataları sezerek yineleme istemeye karar veren  $R=1/2$  oranlı bir doğrusal blok kod ve demodüle edilmiş kanal işaretleri arasındaki Öklid uzaklıklarını artırarak hasarımı yükseltmeyi sağlayan  $11=1/2$  oranlı bir kafes kodlayıcı kullanılmıştır. Gürültülü kanal çıkışındaki simgeler, alında yumuşak kararlı Viterbi Algoritması ile çözümlenmektedir. Dur ve hekle, N-aralım geri dön ve seçerek yürütme temel yapılan için iş çıkarına yeteneği ve güvenilirlik çözümlenmesi bilgisayarda kurulan bir benzetim modeli yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Yineleme istemdi Viterbi Algoritması kullanıldığında güvenilirliğin, A sahilinin seçilen değerlerine göre  $1-1/2$  dH arasında arttığı buna karşılık iş çıkarına yeteneğinde,  $1-7/2$  dU arasında düşmeler olduğu gözlenmiştir.

Alın tarafta bellek kullanılarak, aynı bir kod sözcüğünün her bir iletiminde oluşan Öklid uzaklığı bilgilerinin değerlendirilmesi yöntemi ile de, tekrar iletim sayısına bağlı olarak  $1/2$  dM'in üzerinde iyileşmeler sağlanmıştır.

## 7 KAYNAKÇA

- [1] S. Lin and D.J. Costello, "Error Control Coding Fundamentals and Applications", *Prentice Hall*, 1983.
- [2] G. Ungerboeck, "Trellis Coded Modulation with Hedundant Signal Sets Part 1 and Part 2", *IEEE Trans. on Inf. Theory*, Feb. 1987, pp. 520-521.
- [3] G. Ungerboeck, "An ATQ Scheme with Memory and Integral Modulation", *IEEE Trans. on Inf. Theory*, July 1987, pp. 1184-1187.
- [4] G. Ungerboeck, "Introduction of Channel Coding and Modulation in the ATQ Protocols", *IEEE Transactions on Inf. Theory*, Dec. 1988, pp. 2777-2781.
- [5] G. Ungerboeck, "New Mapping Rules for Combination of M-ary Modulation and Interleaving Codes in ATQ Systems", *IEEE Transactions on Inf. Theory*, Aug. 1990, pp. 1172-1174.
- [6] V. Morales Moreno and S. Pasupathy, "Structure, Optimization and Realization of P-TSK Trellis Codes", *IEEE Transactions on Inf. Theory*, Vol. MI, No. 1, July 1988, pp. 710-713.
- [7] A. J. Viterbi, "Convolutional Codes and Their Performance in Communication Systems", *IEEE Transactions on Inf. Theory*, Oct. 1971, pp. 761-772.

[8] M. Zehavi and J. Wolf, "On the Performance Evaluation of Trellis Codes", *IEEE Transactions on Inf. Theory*, March 1987, pp. 196-202.

[9] H. Yamamoto and K. Itoh, "Viterbi Decoding Algorithm for Convolutional Codes with Repeat Recoding", *IEEE Transactions on Inf. Theory*, Sep. 1980, pp. 1100-1107.



İLHAN ALCIN, 1947 yılında Erzurum'da doğdu. 1981 yılında Yıldız Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 1989 yılında bu bölümü bitirdikten sonra, aynı yıl Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans eğitimi yaptı; aynı dönemde Yıldız Üniversitesi'nin aynı mühendislik bölümünde araştırma görevlisi olarak görev ve başladı. Halen Yıldız Teknik Üniversitesi'nde görevine devam etmektedir. 1992 yılında yüksek lisans eğitimini tamamlayarak aynı üniversitede doktora eğitimine başladı.

## YÜKSEK TANIMLAMALI TELEVİZYONUN (HDTV) KODLAMA YAPISI

Erkan CAN

Türkiye Radyo Televizyon Kurumu

Teknik Planlama ve Koordinasyon Dairesi Başkanlığı

İTÜ - Elektronik Haberleşme Mühendisliği - 1987

### ÖZET

Bilindiği gibi, mevcut TV yayın sistemimiz PAL B/G 625/4:3/2:1 standartlarına sahip analog bir yayın sistemidir. Analog yayıncılıkta, özellikle transmisyon ortamlarında oluşan yayın kalitesini bozucu etkilerden dolayı, hiç bir zaman stüdyo kalitesinde bir yayını evlerimizdeki alıcılarımızda elde edemeyiz. Bu bozucu etkiler, stüdyoda ve verici istasyonlarında oluşabilmektedir.

**TV sinyali, ses ve resim** olmak üzere iki elemandan oluşmaktadır. İyi kaliteli bir yayın için her iki elemanın kalitesinin de birlikte yükseltilmesi gerekir.

Sayısal teknolojilerdeki ilerlemeler sayesinde, bugün bir TV prodüksiyon merkezini tamamen sayısal cihazlarla teçhiz etmek ve stüdyo çıkışında çok yüksek kaliteli TV sinyali elde etmek mümkün olabilmektedir.

Buna paralel olarak iletimin, vericideki modifikasyonların ve alıcıların bu sayısal işarete göre düzenlenerek aynı kalitenin alıcılarda da alınabilmesinin sağlanması gerekir.

Bu amaçla, EBU (Avrupa Yayın Birliği)'ca benimsenerek üyelerine tavsiye edilen ve stüdyo çıkışından vericilere kadar resim sinyalinin sayısal kodlanarak iletimini içeren MAC (Multiplexed Analog Component) grubundan D-MAC/Paket'in yapısı bu notta anlatılacak-

tır. Bu çalışmalar gerçek HDTV ye geçiş amacına yöneliktir.

**D-MAC SİSTEMİNE GENEL BAKIŞ**  
Giriş: MAC resim kodlama tekniği, Japonların MUSE resim kodlama tekniğini geliştirmelerinden ve uygulama aşamasına getirmelerinden sonra, Avrupa'lı TV üreticileri tarafından geliştirilen ve EBU'ca üyelerine tavsiye edilen bir tekniktir. MAC ailesinin 4 üyesi vardır. C, D, D-2 ve **HD-MAC'tır. Bunlardan HD-MAC** konvansiyonel amaçlı olup, mevcut TV'lerin içindeki yüksek tanımlamalı yayının alınabilmesini sağlar.

Temelinde 4 kodlama tekniği de birbirinin aynısıdır. Ayrılan noktaları sadece örnekleme frekansları, dolayısıyla da iletimleri için gereken band genişlikleridir.

D-MAC kodlama sistemi ile kodlanan video sinyali, 27 MHz'lik bir uydu kanalından doğrudan nakledilebilecektir. Sistemin temel yapısı, temel band zaman bölmeli çoğullama ve bunun içinde de zaman sıkıştırılmalı analog resim sinyalinin 20.25 MHz'lik iki-ikili (duobinary) kodlanmış sayısal bilgi dizisinden oluşur. Bu bilgi dizisi; data, ses, resim ve senkronizasyon ile kontrol bit'lerinden oluşur.

Bu sistemle, ses ve resim bilgileri sadece sayısal olarak örneklenmiş olmaktadır. Bu nedenle, alıcılarda hem

625/4:3/2:1, hem de 1250/16:9/2:1 standartlarında görüntü elde edebilmek için bu bilgilere bir de kontrol **bilgisi eklenerek alıcıların** bu yayını 1250 satır olarak alabilmesinin sağlanması gerekecektir. Bunun için de, alıcılara ek bir MAC kodçözücü takılması gerekecektir. Ancak bu durumda TV alıcılarının alt ve üst köşelerinde bir miktar kararma oluşacaktır.

Kodlama yapısı, bilgi paketleri halinde olup; **data/ses, renk bilgisi ve** parlaklık olmak üzere sırayla ve birbirinden ayrık olarak gönderilir. Sesin kodlanarak iletilmesi için 3 MBit/s'lik bir data kanalına gerek vardır, bu da, standart 64 mikrosaniyelik süre içinde 11 mikrosaniyelik yer kaplar. Bu sistemde en fazla 8 tane mono ses iletilebilir yada bunların değişik kombinezonları (stereo, dual-ses, v.b.) iletilebilir.

SES, RESİM, VE DATA BİLGİLERİNİN SAYISAL FORMDA OLUŞTURULMASI VE SPEKTRUMA YERLEŞTİRİLMESİ:

RESİM; ÇOĞULLANMIŞ ANALOG KOMPONENT: Resim sinyali, satır bilgilerinden (colour-difference ve luminance) oluşur, ancak, bu bilgiler zamanda sıkıştırılarak gönderilir. Bu bilgiler, birbirinden bağımsız oldukları için aralarında herhangi bir karışma oluşmayacak, böylece de mevcut yayında ortaya çıkan problemlerin bazıları aşılmış

olacaktır. Resim satır bilgisi yaklaşık olarak gerekli sıkıştırmalar yapıldıktan sonra 52 mikrosaniyelik bir **zaman aralığını işgal eder.** Bir satırlık bir bilginin toplam uzunluğu, mevcut sistemle uygun olarak 64 mikrosaniyedir ve satırın tamamı 1296 örnekle kodlanır. 1296 örnekle kodlanmasının nedeni de, örnekleme frekansından kaynaklanmaktadır. Bu da;

1 Saniyede 25 resmin tarandığı düşünülerek ve **herbir resmin 625 satırdan** oluştuğu varsayılarak; 20.25 (MHz ya da Mbit/s)/ (25X625)=1296 örnek elde edilir.

Bu 1296 örneğin paylaşımı da;

Ses/data :206 bit (örnek)  
renk-bilgisi :349 bit (örnek)  
Parlaklık : 697 bit (örnek)  
olmak üzere 1252 bit eder. Bu bağımsız biiyi blokları arasındaki geçişlerde eklenerek (44 bit) toplam 1296 bit eder. (Sistemin temel özelliği,-konvansiyonel TV'den farklı olarak-resme ait bilgilerin birleşik yerine ayrık olarak gönderilmeleridir.)

Kodlama işleminde, renk-bilgisi sinyali 3:1, parlaklık sinyali de 3:2 oranında bir sıkıştırılmaya tabi tutulur. Sıkıştırılma olmaksızın renk-bilgisi 6.75 MHz, parlaklık bilgisi de 13.3 MHz'lik band genişliğine sahiptir. Gerekli sıkıştırmalar yapıldıktan sonra 2.75 ve 5.75 MHz'lik band genişliklerine indirgenirler. Toplamda da 8.5 MHz'lik bir banda sinyal

sıkıştırılmış olur. Zamanda sıkıştırılmış ve örneklenmiş bileşenler Şekil-1'de verilmektedir.

**RESİM SENKRONİZASYONU:** D-MAC sisteminde, bütün paketler her zaman 625 satır içerir ve her pakette 6 bit, satır ve paket senkronizasyonu için ayrılmıştır. Ayrıca 625. satırda yine paket senkronizasyonu için ek data bilgileri gönderilir.

**DATA KODLAMASI:** Bütün sayısal ses ve data bilgileri kodlanarak iletilirken ikilikli olarak bilinen bir kodlama tekniği kullanılır. Bu kodlama yapısında, bilinen ikilikli kodlama yapısından farklı olarak 3 lojik seviye vardır. Lojik 1, maksimum pozitif ya da maksimum negatif seviyeyi, ara seviyeler de lojik 0 olarak belirlenmiştir. Bu kodlama yapısının avantajı, verilen data oranı için, band genişliğinin, kullanılmakta olan ikilikli sisteme göre daha ekonomik olmasıdır.

**PAKET YAPISI:** Yukarıda belirtildiği gibi, sayısal bilginin ani-bit oranı 20.25 MBit/s'dir. Her satırın ilk 206 bit'i ses/data bilgisi için, geriye kalan alan ise resim bilgisi için ayrılmıştır. Paket yapısı Şekil-2'de verilmektedir. Ses/data kodlama tekniği NICAM'dır. Bu nedenle, herbir bilgi paketi (kontrol bit'leri de dahil olmak üzere) 751 bit'ten oluşur. Bir resimde, 623 satır tarandığından  $623 \times 198 / 751 = 164$  paket'lik bilgiyle ses/data örneklenmiş olur. 198 bit'lik ses/data

işaret bilgisi de, herbiri 99 bit'ten oluşan iki ayrı altpaket'e ayrılmıştır. Altpaketteki bit'ler, tamamı 751 bit olan paketleri oluşturur. Hepsi birlikte, bütün altpaketlerin toplamı 164 paket içerir. Toplam olarak da 3.083.850 bit/s'lik bir kapasite oluşturur. Bu da;  $198 \text{ bit} \times 623 \text{ satır} = 123.354 \text{ bit}$ , Saniyede 25 resim tarandığından;

$25 \text{ resim} \times 123.354 \text{ bit} = 3.083.850 \text{ bit}$ 'lik bir ses/data kapasitesi ortaya çıkar. 206 bit'lik ses/data tamamı istenirse ses bilgisi için kullanılabilir. Bu durumda 8 mono ses oluşturulabilir.

Stereo ses yayını için 15 kHz'lik ses sinyali 32 kHz'lik bir ani sayısal örnekleme oranıyla örneklenecek 14 bit'lik sayısal bilgi blokları elde edilir. Bu bilgiler sıkıştırılarak 10'ar bit'lik dizgelere indirilir. (NICAM kodlama tekniği) 7 kHz'lik orta kalite ses yayını için de 16 kHz'lik bir sayısal örnekleme oranı kullanılır.

**TELETEXT:** Ses/data bilgisi içinde, günümüzde kullanılmakta olan teletext bilgisinin kapsadığından daha az alan kapsayacak şekilde teletext bilgisi gönderilir. Teletext, kullanılan data'ya adreslenmiş bir data bilgisi eklenerek yine aynı paket içinde gönderilir. Alıcılara bilginin doğru ulaşabilmesi için hata koruma bit'leri gönderilmesi gerekir.

Teletext alıcıda MAC kodçözücü içinde yer alacak bit cistemle deşifre edilir.

ÇOĞULLAMA (MULTIPLEXING):D-MAC çoğullama ve resim bilgilerinin alıcıya tam doğru olarak iletilmesini sağlayacak şekilde transmisyon karakteristiklerinin belirlenmesi gerekir. Bu nedenle, iletilecek bilgiler öncelik sırası ve buna bağlı olarak da öncelikli koruma teknikleriyle donatılmışlardır. En önceliğe sahip bilgiler 625. satırda yer almakta olup, uydu kanalı ve bütün çoğullama sistemi hakkında detaylı bilgi içermektedir. Bu data bilgisi, aynı zamanda alıcıya uydu ve transmisyon ile ilgili bir kimlik bilgisi iletir. İkincil öncelikli bilgiler de ses/data paketleri içinde taşınır. "Servis Kimlik Bilgisi" olarak adlandırılan bilgiler de alıcılara çeşitli fonksiyonel bilgiler iletir.

D-MAC'İN TRANSMİSYONU: 20.25 MHz'lik örnekleme frekansından dolayı, teorik olarak 21 MHz'lik standart uydu kanalından II (\* II •'b> 1 I i i'. Аиc.ıky<ıp ı I <ıı denemeler 27 MHz'lik bandda daha verimli sonuçların alındığını göstermiştir. Aynı zamanda gerekli sıkıştırılmalar yapıldıktan sonra modern kablo dağıtım sistemlerinden (sıkıştırılmalar ve kontrol bilgileri ile MAC bilgisi 10.5 MHz'e kadar inmektedir.) band genişliği 12 MHz olduğu için iletilebilir.

D-MAC'İN AVANTAJLARI:

1- Resim kalitesi, uydu kanallarından yapılan transmisyon denemelerinde elde edilen 5 değişik kalite arasında 4. ve taşıyıcı/gürültü oranı da bu durumda 12 dB,

2- Her paketteki satır sayısı 625,  
3- Interlace oranı 2:1,  
4- Yatay tarama frekansı 50 Hz,  
5- Dikey tarama frekansı 50 Hz,  
6- Senkronizasyon bilgileri sayısaldır ve paket'in içinde yer almaktadır,  
7- Parlaklık band genişliği sıkıştırılmamış durumda 5.75 MHz,  
8- Parlaklık sıkıştırma oranı 3:2,  
9- Renk-bilgisi band genişliği sıkıştırılmamış durumda 2.75 MHz,  
10- Renk-bilgisi sıkıştırma oranı 3:1,  
11- Görünüş oranı 4:3 ya da 16:9,  
12- Örnekleme oranı 20.25 Mhit/s,  
13- Toplam ses/data kapasitesi 3.08 Mbit/s,  
14- Yüksek kaliteli ses kanal sayısı 8'dir.

**TRMi:i.MANİİ DA L(1 A İOKMH:**

Şekil- 3 'de Temelband'da kodlanan sinyalin dalga formu verilmektedir.

Burada ;

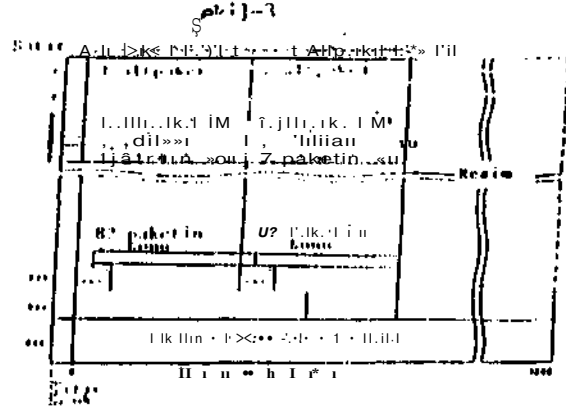
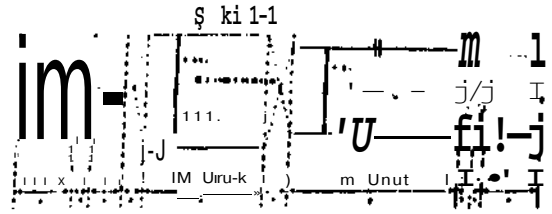
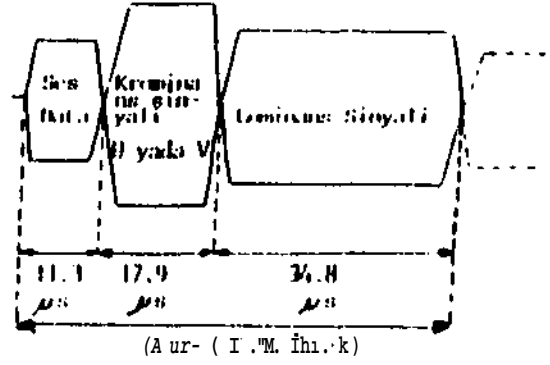
a=Senkronizasyon, ses/data  
b=Data sonundan geçiş  
c=Sıfır seviye kenetlenme periyodu  
d=Renk-bilgisi'ne geçiş  
e=Renk-bilgisi  
f=Renk ile parlaklık geçişi  
g=Parlaklık  
h=Parlaklık bilgisinden çıkış  
k=Data'ya geçiş

RESİM PAKETİ: Resim bilgileri 24-310. ve 336-622.satırlar arasındaki bilgilerle form-

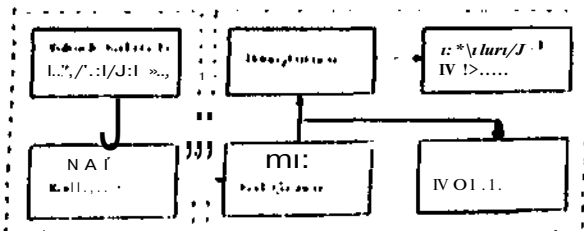


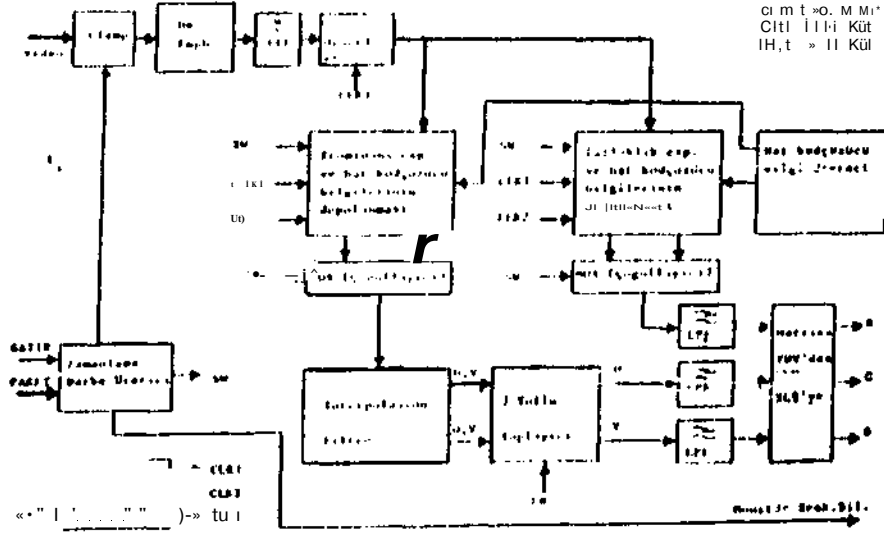
landırılır. Her resim alanında, 23. ve 335. satırlar bir referans seviye sağlar, bunlar da, parlaklık bilgi seviyesidir. Her resimdeki 624. satır da genlik referans bilgisini içerir. 625. Satır bütün çoğullama sisteminin organizasyonu için kontrol bilgilerine ayrılmıştır.

16/9 GÖRÜNTÜ ORANI: Sistem yapısı itibariyle, 4:3 görünüş oranlı resim yerine 16:9 görünüş oranlı resim gönderilebilir. Ancak bu durumda 16:9 oranlı resmin 4:3 oranlı alıcılarda almabilmesi için alt ve üst köşelerinde bir miktar karama oluşacaktır. Bunu önlemek için ise alıcılara parlaklık ve renk-bilgisi için 2:1 ve 4:1 oranlarında exponer bilgileri gönderilebilir. Blok şema olarak kodçözücü yapısı şekil-4'te, gerek 4:3 gerekse 16:9 oranlarında sinyali alabilmek için gerekli düzenlemede şekil-5'de verilmektedir.



Şekil-2





Şekil-4

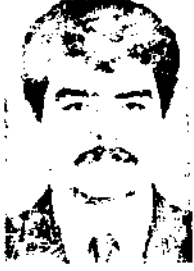
KAYNAKÇALAR:

- 1-The D-MAC/Packet System satellite and Cable, IBA-24,
- 2-Enhanced TV-the Delivery Vehicle For HDTV-ABU,
- 3-EBU Technical Review no:249,
- 4-Broadcasting Engineering Magazine.

1967 Muğla doğumluyum.  
 1983 Yılında Muğla Turgut Reis Lisesi'nden,1987 yılında da t.T.ti. Elektronik Haberleşme Müh.Bölümünden mezun oldum.  
 1988 Ocak ayından beri TRT'de çalışmaktayım. Evliyim.

KAYNAKÇALAR:

- 1-The D-MAC/Packofc System  
satellite and Cable, J.BA-24,
- P-Enhanced TV-the Delivery  
Vehicle For HDTV-ABU,
- 3-EBU Technical Review no:249,
- 4-Broadcasting Engineering  
Magazize.



1967 Muğla doğumluyum.  
1983 Yılında Muğla  
Turgut Reis Lisesi'  
nden,1987 yılında  
da İ.T.Ü. Elektronik  
Haberleşme Müh.Bölü-  
münden mezun oldum.  
1988 Ocak ayından  
beri TRT'de çalış-  
maktayım. Evliyim.

# ADAPTİF BİR KANAL DENGELEME ALGORİTMASI

Faruk Sarı

Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü

## ÖZET

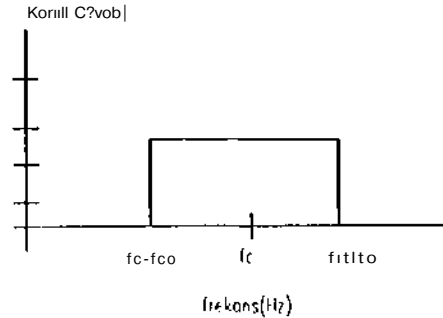
Adaptif filtreler sayısal haberleşme sistemlerinde kanal bant genişliğinin kullanımını genişletmek ve iletim bozulmalarını azaltmak için kanal dengeleyici olarak kullanılırlar. Tipik band sınırlı telefon kanallarının yada radyo hatları toplamsal gürültü ve *İşaretler Arası Girişimlerden* (İAG) zarar görürler. Adaptif dengelemenin kullanılması ile, daha hızlı ve güvenli haberleşme elde edilir. Kanal dengelemenin amacı, kanalda meydana gelen bozucu etkileri yok ederek gönderilen işareti elde edebilmektir. Kanalın yapısının bilinmemesi ve kanal yapısının zamanla değişmesi kanalın adaptif olarak tasarlanmasını zorunlu kılar.

Burada, kanal dengeleme algoritması olarak En Küçük Kareler Ortalama (EKKO) algoritmasına dayanan *Steepest Descent* algoritması incelenmiştir.

## GİRİŞ

İAG yi azaltmak için klasik teknik, alıcıda bir filtre dengelemesidir. Gencide telefon kanallarındaki gürültü düşüktür ve ana problem ismetler Arası Girişimlerdir. Bu problemi çözebilmek için idealde kanal transfer fonksiyonunun tersi olan bir transfer fonksiyonuna sahip dengeleyici islenir.

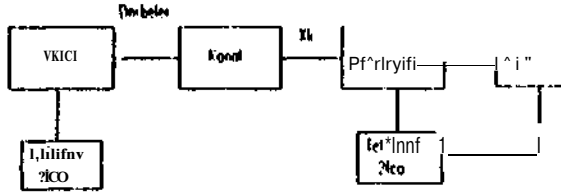
Uygulamada istenen sayısal dalanın güvenli iletilmesidir. Buda geliştirilen ters modellemeyle dayanır. /1/. Adaptif dengeleme ile kanal bant genişliğinin dalın büyük bir kısmında haberleşmek mümkündür. Kanal şartları bilinmediği zaman, bir öğrenme süreci başlangıç durumundan dengeleyiciyi bilinen bir süreç ile eğitmeye başlar, ve beklenen süreç ile hata üretilmesi yoluyla ağırlıklar ayarlanır. Öğrenme periyodu bir kez tamamlanır, ağırlıklar bir karar doğrulluğu modda sürekli olarak uyarlanabilir. Bu modda, bir minimum uzaklık dekontörü alıcıda iletilmiş olan sembollere karar verir, şekil. 1 de band geçiren fıkans karakteristiğine sahip ideal bir kanal, bu cevap geçirme bandı içinde sabit ve dışında sıfırdır. Faz karakteristiği ideal olarak lineerdir. Bozulma değil sadece zaman gecikmesi meydana getirir. Demodüle edilmiş kanal transfer fonksiyonunun ters dönüşümü kanal impuls cevabı sine fonksiyonudur./2/.



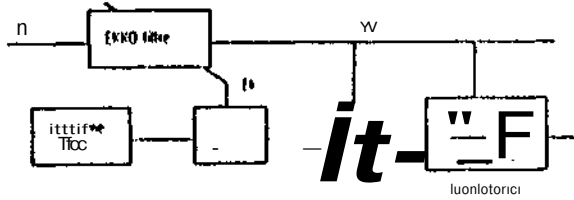
şekil 1.

Lineer bir dengeleyicinin tercih edilen şekli gecikme hatları ile oluşur. Gecikme yolları bir ileri besleme yolundaki gecikme elemanlarından meydana gelir. Eğer gecikme hattı sadece ileri besleme gecikmelerinden oluşuyorsa, dengeleyici FIR yapısına sahiptir. Eğer gecikme hattı geri besleme gecikme elemanlarına sahip ise, dengeleyici IIR yapısına sahiptir././.

Adaptif dengeleyici geçirme bandı içindeki kanal için bir ters transfer fonksiyonu şeklindedir. Bu geçirme bandının dışında ka/ancı çok düşük yada sıfırdır, şekil 2.a da kanal dengeleyici kullanılan haberleşme sistemi görülür. Adaptif süreç şekil 2 b de gösterilmiştir. Bir adaptif transversal filtre (EKKO filtre) daha önce tanımlanan ters modeline yapısına sahiptir. xk girişinin band genişliği kanalın band genişliği ile sınırlanmıştır.



şekil 2a



şekil 2 b

İstenen sinyalin elde edilmesinde diğer bir yaklaşım Lucky tarafından geliştirilmiştir. Bu metod dk yi elde etmek için filtrenin kendi çıkışının kullanır. Bu metotta Önceki herhangi bir bilgiye olan ihtiyaç önlenmiş olur.M/. Bu karar doğrultmalı metod olarak isimlendirilir, istenen sinyal dk şekil.2.b de gösterildiği gibi filtre çıkışının kuantalanması ile elde edilir. Kuantalanmış filirc çıkışı

ile ninenin çıkışının karşılaştırması Ek hala sinyalinin üçlürl Lucky nin melndu kanal nispeten serbest gürültü ve keskin olmayan faz ve frekans cevabına sahip olduğu zaman çalışır.

$$D)I:N<;i:l:l:MK$$

Dengelemenin (cinci fonksiyonu, getçek bir kanaldan bir ideal hamsnişyon yaratmaktır. örneğin, kısa imptuls cevabı  $\{h_1, h_2, h_3, \dots, h_N\}$  den oluşsun, idca! durum yalnızca tek bir gecikme olsun  $\{c_1, c_2, c_3, \dots, c_N\}$  ağırlıklarına sahip dengeleyici örneğine göre; oğullıklanın kanal iupuls cevabı ile konvolyasyonu sonucu.

$$O-clhl$$

$$O=c_1h_2+c_2h_1$$

$$I-clhVfc2h2tc.Mil$$

$$O=c_1h_1+c_2h_3+c_3h_2$$

$$O=c_2h_4+c_3h_3$$

$$O-c.lh-l$$

şeklinde çıkışlar bir ana

örnek dışında ti olmalıdır.

Yukarıdaki eşitlikler sistemi, sadacc 3 kontrol edilebilir değişkene (bilinmeyen) fakat 6 eşitliS'e sahiptir. Sistem hesaplanamı/ ve çözüme sadacc yaklaşılabilir. Du çözüme yaklaşmak için steepest descenl in bir metodu olmak bilinen ilcratif bir formülasyon kullanılabilir./5/. Bu ilcratif algoritma şu şekilde tanımlanır.

$$c_{k+1} = c_k - \Delta c E / \alpha_k \quad (D)$$

Burada E optimize edilmiş bir performans indeksidir. Gradyan vektörü E yi minimize etmek için istenilen

ayarlamann yönünü gösterir. Bu metod  $\frac{\partial E}{\partial c_k} = 0$

olduğunda optimum bir çözüme yakınsar.

# F.KKO ALC.ÖRİ İMASI

Optimum ağırlık değerleri stcepest descncl algoritması ile elde edilebilir. Bu algoritmada ağırlık değerleri başlangıç durumunda keyfi olarak kabul edilebilir ve Karcsele Olalama Hala (KOH) nin minimize edildiği optimum değer yönünde laiaiket clliliir./<V.

$$E = \sum_{k=1}^N |e(k)|^2 \quad (2)$$

Burada c(k) kestirilmiş sembol ve alınan örnek arasındaki haladır ve yukarıdaki ifade /iman ortalamasını gösleir.

$$e(k) = x(k) - \hat{c}(k) \quad 0 \leq k \leq N \quad (3) \quad (N \text{ derece bir } M)$$

**İÇİ")**  $r = \frac{1}{M} \sum_{m=0}^{M-1} |e(k+mN)|^2$

Türevlerimi.

$$\frac{\partial E}{\partial c(k)} = -2 \sum_{i=0}^{M-1} \text{Re}\{e(k+iN) y^*(k+iN)\} \quad (4)$$

Burada Tagr ağırlıklar arasındaki boşluk Tscnv. semboller arasındaki boşluk.

Denklem (1) den şu üretilebilir.

$$c(k) = \frac{1}{M} \sum_{m=0}^{M-1} \{x(k+mN) - \sum_{i=0}^{M-1} c(k+iN)\} \quad (5)$$

Burada hata sinyali e(k) ve alınan işaret y(t) nin çapraz korelasyonu gerçek »mnnn göre 7^nan ortalaması gerek.i.ir. Bu problemi a^ltmak için, şu yaklaşım:

$$e(k)y^*(k) = \sum_{m=0}^{M-1} \{x(k+mN) - \sum_{i=0}^{M-1} c(k+iN)\} y^*(k) \quad (6)$$

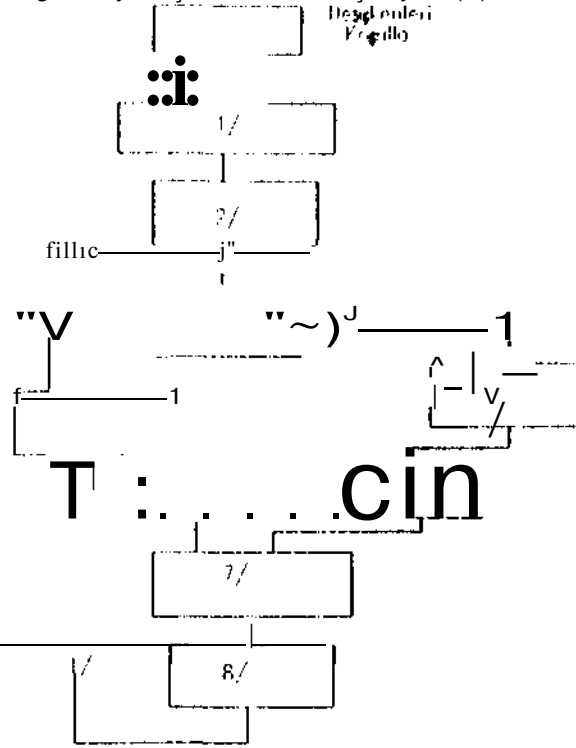
7aman ortalaması yciinc kullanılır. Stccpest descncl aleoirilnası bu basitleştirme büyük ölçüde hesaplama yükünü azaltır.

Bir HKKO algorit.nas. (7) e göre dengeleyicinin ağırlıklarını ayarlar.

$$c_n(k+1) = c_n(k) + \mu e(k) y^*(k) \quad (7)$$

## Al.C.ÖRİ İ MANIN ANIKLAMASI

Bir Sayısal işaret işleyici kartına uygulayabilecek şekilde algoritmayı oluşturalım ve açıklayalım./7/



şekil .VAlgoritma

Yeni örnek de Aleric önce 8CrACi S01Ua sanal kısımlar...  
M \*\*\* p-ortulktan alınr ve 8eciknic halına yerleştirilir. Yeni örnek hattaki en eski değer üzerine >saalır

2/1)enj;elc ve So çıkışı llcsupla:

Aliprogramdan sonra geri dönen değerler data menioy dqn ^p)R n|(rdcmc yapı) |So| örlick ahcıdan gırjşörncklerjalınır vcbırçıkışdcgeriürlcllr

3/F.ğilnic İsleniyor mu?

Alıcıda yüklenmiş eğitime süreci eğilme portundan gerçel ve sanal olmak üzere okunur.

4/Minimum Euklidian İraklığına Göre Referans Sembolü Kestir: İki örnek arasındaki Euklidian uzaklığına eşit olan hata değeri üretilir kestirilen hata data memory'e yüklenir.

5/Ağacın Sürecinden Sı referansını Oku: Dengeleyiciyi eğitmek için başlangıçla bilinen bir data süreci kullanılır lumodda alıcıda kestirilmiş semboller hatanın sapması ve daha sonraki ağırlıkların ayarlanmasının ölçülmesi ile referans sinyali olarak kullanılır.

6/So-Sr Hatasını Kestir: Euklidian mesafesi altprogramını kullanarak hata değeri hesaplanır. Bu modda kestirilmiş semboller alınan koordinatlara en yakındır.

7/EKKÜ kullanarak Ağırlıkları Hesapla: Adım boyu ile daha önce hesaplanmış kestirim hata değeri alınır. Dengeleyicinin uyarılma katsayıları ağırlık uyarılma altprogramından çağırılır.

8/Karar Verilen Sembolü Çıkış: Dengeleyici çıkışı bir I/O portuna yazılır. Dengeleyicinin örnek sonuçları çıkış portuna yazılır. Dengeleyici altprogramına dönülür ve yeni örnek değerler beklenir.

## SONUÇ

Dengeleyicinin başarısı, bir göz şekli olarak bilinen bir şekilde test edilebilir. Bir göz şekli, bir osiloskobun tetikleme sinyali ve alınan sinyalin giriş bağlantısına senkronlanması ile üretilebilir, öyle ki alınan sinyal çevrimleri ekranda üst üste tekrarlanır. Dengeleme olmadan, göz şekli pozitif sine darbelerinde geniş bir dağılım gösterir, benzer bir dağılım negatif darbelerde de olur. Dengelemeden sonra göz şekli açılır, keskinleşir ve netleşir. Pozitif sine darbeleri sıkıca kümelenir. İAG büyük ölçüde azalır. Bu yolla kanalın dengelenmesi.

efektif olarak semboller arası bozulmaları adaptif filtre elimine eder. Bu yaklaşımla  $10^{-6}$  kadar yüksek hatalı bir telefon kanalı tipik olarak  $10^{-6}$  hata oranına kadar azaltılabilir.

Bu çalışmada adaptif kanal dengeleyici olarak EKKO ya dayanan Sleepes Descnt algoritması incelenmiş ve bir Sayısal İşaret İşleyici kartına uygun olarak açıklanmıştır.

## KAYNAKLAR

- 1/AVidro\,B. el al:"Stationary and Nonstationary Learning Characteristic of the LMS Adaptive Filter" Proc. IEEE, vol64, No.8, Aug. 1976, pp 1151-1162
- 2/Proakis, J.G, "Digital Communication " Mc Gra\ Hill inler Book Co, 1983
- 3/Higgins, R.J, "Digital Signal Processing in VLSr Analog Devices, 1990
- 4/Lucky, R.W, Techniques for Adaptive Equalization of Digital Communication Systems" The Bell Syst. Tech. Jour. Oct 1965
- 5/Haykin, S. "Adaptive Filter Theory" Printice Hall, 1986
- 6/ADSP-2100 Family Application Handbook, Analog Devices 1991
- 7/ADSP-2100 User's Manual/Architecture Analog Devices, 1991

# YÜKSEK TANIMLAMALI TELEVİZYON - HDTV - - KUZEY AMERİKA YAKLAŞIMI -

Doç.Dr. Mehmet KESİM  
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ  
RAÜYO-TELEVİZYON YAPIM MERKEZİ  
ESKİŞEHİR

## ÖZET

*21. yüzyılın televizyon sistemi olarak düşünülen HDTV, gelişimini tamamlamış olmakla birlikte, televizyon teknolojisine yeni bir boyut getirmiştir. HDTV çalışmaları yaklaşık olarak yirmi yıldır devam etmektedir. Bilgisayar ve telekomünikasyon teknolojisindeki hızla gelişmeler de bu alanda büyük bir itici güç olmuştur. Televizyon, bilgisayar ve telekomünikasyon içine geçmiştir ve birbirlerini tamamlamaktadır. İşte bu nedenle Japonya, Avrupa ve Kuzey Amerika HDTV yaklaşımları çok iyi incelenmeli ve mevcut yayın sistemlerinden de yararlanılarak, en uygun HDTV standardına ulaşılmalıdır. Kuzey Amerika dışındaki sistem önerileri hala analog'dur ve ancak uydu ve kablo ile yayma uygundur. Kuzey Amerika yaklaşım ise tamamen dijital olarak düzenlenmektedir ve bant sıkıştırma yöntemi ile Ulir kanalından yayma sokulabilmektedir. Aynı zamanda bu tür yayınlar kablo ve uydu aracılığı ile de yapılabilir. F.ğer 21. yüzyıl televizyon teknolojisi, mevcut sistemlerle uyumlu çalışabiliyorsa, gelişmeye açıksa ve maliyeti artırmıyorsa, dünya genelinde kabul görecektir. Aksi takdirde sistem önerileri uygulamaya geçirilemeden yalnızca laboratuvarlarda kalacaktır.*

## GİRİŞ

Yüksek Tanımlamalı Televizyon (High Definition Television-HDTV), televizyon teknolojisinin tarihsel gelişimi içinde yeni ele alınan bir kavram değildir. Ondokuzuncu yüzyılın sonlarında Paul Nipkow, mekanik taramalı disk çalışmalarında bile yüksek nitelikli görüntü elde etmeyi amaç edinmiştir.

Görüntüde Yüksek Tanımlama bir bakıma çıplak gözle ve üç boyutlu algılanan doğadaki görüntülerin, yapay olarak insanlar tarafından çeşitli teknikler kullanılarak yeniden oluşturulmasıdır. Görüntünün yapay olarak yeniden oluşturulmasına fotoğraf, sinema filmi ve televizyon üç ana örnek olarak verilebilir. Bilgisayarlarda üretilen elektronik görüntüler ise bir benzeşimdir. Doğadaki görüntülerin kopyası değildir. Hangi

türlü görüntü elde edilirse edilsin, tanımlama (definition) her zaman önemle üzerinde durulan ve vazgeçilemeyen bir konu olmuştur. Leonardo Da Vinci tarafından ortaya çıkarılan Camera Obscura prensiplerinden günümüze kadar daima piksel sayısı veya elektronik görüntüde satır sayısı artırılmaya çalışılmıştır.

HDTV'nin neden bu kadar önem kazandığı ise üzerinde durulması gereken bir konudur. Hızla gelişen bilgisayar teknolojisinde görüntü işleminin getirdiği kolaylık, artık televizyon teknolojisini bilgisayar teknolojisi ile tam olarak birleşmeye itmektedir. Bu teknoloji olmadan elektronik efektler yapılamamaktadır. Televizyonda kullanılan kameralardan alınan görüntülerin kurgulanmasından, yayınlanmasına kadar olan süreç içerisinde dijital olarak görüntü işleme vazgeçilmez olmaktadır. Özellikle dijital görüntü, elektronik görüntünün çözümlemesini artırmaktadır. Sonuçta ise "Yüksek Tanımlama" kendiliğinden gündeme gelmektedir. Aslında bu süreç devam etmektedir. 1923 yılında Zworykin'in yaptığı dairesel ikonoskop tüpünden son yıllarda Japonya'daki NHK'nın yaptığı 1.750.000 pikseli plazma display panele kadar, görüntü niteliğinin artması sürmüş ve daha da sürecektir.

Görüntü çözümlemesinin artırılması ise bir başka önemli sorunu gündeme getirmiştir. "Elde edilen yüksek nitelikli görüntü, evlerdeki alıcılara nasıl görüntü kalitesi bozulmadan gönderilebilir?" Aslında klasik televizyon yayın şebekeleri HDTV yayınları için prensip olarak kullanılabilir. Takat gerek pratik kullanımı gerekse ekonomik olmayışı nedeniyle bu şebekelerin kullanılması neredeyse imkansız haldedir. Çünkü, HDTV sinyalinin yaklaşık olarak bant genişliği 30MHz'dir. Bu da yaklaşık olarak herbiri 6MHz'lik beş normal televizyon kanalı işgıl edilerek tek bir kanaldan HDTV yayını yapmak demektir.

Kısaca HDTV'nin beraberinde getirdiği üç ana sorunun pratik hale getirilmesine en uygun çözüm bulabilmek, bu teknolojinin üreticileri olarak görevi olan bir çalışmaya itmiştir. Üç ana sorun :



- 1- En uygun HDTV cihazlarını geliştirmek (kame-  
ra, vtr, gibi),
- 2- HÜTV sinyallerini en uygun halde yayınlamak,
- 3- En uygun IIDTV alıcılarsın üretmek.

## JAPONYA VE AVRUPA'NIN GELİŐTİRDİĐİ HDTV SİSTEM YAKLAŞIMLARI

### JAPONYA

1960 Yılında, televizyonun Japonya'da yayın yapmasından on yıl ve NTSC renkli televizyona geçişten iki yıl soma, HDTV tekniği üzerine çalışmalara başlandığı görölmektedir. 1972 yılında ise NHK Hi-Vision adı verilen Japon HDTV sistemini geliştirdi. Bu sistemde satır sayısı 1125 ve alan oranı 601 İz dir. Günümüzde dünya genelinde kabul edilen Görüntü Çerçeve Oranı olan 16:9 bu sistemde de kullanılmaktadır. Hi-Vision sinyalleri MUSE (Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding) yayın standardı ile yayınlanmaktadır. MUSE yayınları sadece uydu vo kablo ile yayınlanmaya uygun bir sistemdir. Japonların geliştirdiği bu sistem yalnızca Japonya'da denenmekle kalmadı. 1981 yılında CBS aracılığı ile Kuzey Amerikada da denendi. NHK, Japonya'da 1990 yılında günde bir saat süreyle başladığı HDTV deneme yayınlarını Kasım 1991 yılında günde sekiz saate çıkartarak BS-3A uydusu ile düzenli yayınlara başladı.

MUSE sistemi analog bir yayın gerçekteştirmektedir. Dijital olmayışı nedeniyle özellikle Kuzey Amerika'daki araştırma kurumları tarafından eleştirilmektedir.

Őubat 19ü3'de Japonya'da alınan bir kararla 2015 yılına kadar dört aşamada dijital görüntü sistemine geçilmesine katar verildi. Satır sayısı üç aşamada 2000 den 4000 satıra çıkacaktır. Bu sisteme UDTV (Ullra Delinilion Television) adı verilmektedir.

### AVRUPA

Avrupa'daki HDTV projesi, Japonların geliştirdiği HDTV sistemini dünya standardı olarak kabul etirme ve Avrupa pazarına girme çalışmalarına karşı başlatılan bir projedir.

Avrupa HDTV stratejisi, Dubrovnik-Yıgoslavya'da 1986 yılında CCIR tarafından düzenlenen toplantı sonucunda, EUHEKA 95 projesi ile belirlenmiştir. Satır sayısı 1250, alan frekansı 50Hz ve görüntü çerçeve oranı 16:9 dur.

1980'de MAC (Multiplexed Analogue Components) yayın standardı, PAL ve SECAM yayın standardına karşı geliştirildi. Bu yayın sisteminde renk ve parlaklık arasındaki etkileşme olmadığından, yapılan yayınlar daha üstün niteliktedir. HDTV sinyallerinin yayınlanması gündeme geldiğinde MAC yayın ailesine HD-MAC'da eklenmiş oldu. Fakat HDTV yayınları Japonya'daki sistemde olduğu gibi ancak uydu ve kablo aracılığı ile yayınlanamamaktadır ve bu yayınlar mevcut alıcılar tarafından alınamamaktadır.

EU'95 projesine Avrupa Topluluğuna bağlı olan yayın ve cihaz üreten kuruluşlar katkıda bulunmaktadır. Her grup HDTV sistemi için ayrı bir görev üstlenmiştir. Dijital olarak üretilen ve işlenen görüntüler analog sinyale dönüştürülerek yayımlandığı için Avrupa sistemi de Kuzey Amerika araştırma kurumları tarafından eleştirilmektedir.

Bununla birlikte 1982 yılında IBC'92 Amsterdam fuarında Avrupa'nın ilk dijital geleneksel yayın şebekesi ile yayın yapmaya elverişli HD-DIVINE (Digital Video Narrow-Band Emission) sisteminin tanıtıldığını görmekteyiz. İsveç Televizyonu tarafından geliştirilen bu sistem HDTV sinyallerini 8MHz'lik UHF kanallarından yayınlamaktadır.

### KUZEY AMERİKA HDTV SİSTEM YAKLAŞIMI (ABD ve KANADA)

1987 yılına kadar ABD'nin HDTV'nin geliştirilmesinde büyük bir rol oynamadığını görmekteyiz. Fakat bu tarihe kadar HDTV için ciddi çalışmaların yapıldığı da bir gerçektir. Çalışmaları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

- 1977'de SMPTE (Society of Molion Picture and Television) ilk çalışma grubunu kurdu.
- 1979'da CBS yayın kuruluşu 1125/60HZ Japon HDTV sistemini kullanarak ABD'de bir deneme yayını yaptı.
- 1983'de ATSC (Advanced Television System Comııtmite) bir ileri televizyon standardının gerekli olduğuna karar verdi.
- 1985'de ATSC 1125 satır, 60Hz'lik standardını uygun buldu.
- 1986'da CCin'nin Dubrovnik-Yugoslavya'da yaptığı toplantıda Japonların 1125/60 HDTV stanuadı ABD tarafından desteklendi. Fakat bu teklife Avrupa ülkeleri karşı çıktı.

1987'de NA8 (National Association of Broadcasters) ABD Yayın Birliği, Japon elektronik cihaz üreticilerinin HDTV alıcıları ile Amerikan pazarına

girmeye çalıştığını görünce, TCC (Federal Communication Commission)'yo çağrıda bulundu. Bu durumu önleyici tedbirler olarak, belli kurallar konulmasını önerdi. 1987 sonlarına doğru FCC, İleti Televizyon Servisi'nde (Advanced Television Service) bir Tavsiye Komitesi (Advisory Committee) kurdu. Komite 25 üyeden oluşmaklıydı. Tavsiye Komitesi 14 kuruluşun önerdiği 23 ATV (Advanced Television) önerisinden 5 tanesini seçerek test edilmesine karar verdi. Teklide bulunan kuruluşlar şunlardır:

- General Instrument (GI)
- Massachusetts Institute of Technology (MIT)
- Zenith
- AT&T
- David Sarnoff Laboratory
- Thomson
- Philips
- NIK

1992 yılında AİRC (Advanced Television Research Consortium) aldığı bir kararla NHK'nın 1125/60 İIDTV sistemini devredeni çıkarttı.

ATV olarak tekli! edilen sistemleri kısaca aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

#### TEKLİF EDİLEN ATV YAYIN SİSTEMLERİ

- 1- GI ve MIT tarafından geliştirilen sistemler:
  - DigiCiplerİIDTV  
1050/59.94 2:1 Interlaced Scanning, Digital, 16:9
  - Channel Compatible DigiCipher HDTV  
787.5/59.94 1:1 Progressive Scanning, Digital, 16:9
- 2- Zenith/AT&T tarafından geliştirilen sistem:
  - Digital Spectrum Compatible HDTV (DSC-HDTV)  
787.5/59.94 1:1 Progressive Scanning, Digital, 16:9
- 3- NDC, Philips, David Sarnoff, Thomson tarafından geliştirilen sistem:
  - Advanced Digital İIDFV (AD-HDTV)  
1050/59.94 2:1 Interlaced Scanning, Digital, 16:9

Bu sistemler Tavsiye Komisyonu'nun gözetiminde aşağıda belirtilen üç laboratuvarında test edilmektedir:

- Advanced Television Test Center (ATTC)
- Cable Laboratories
- Advanced Television Evaluation Laboratory (ATEL), CANADA OTTAWA

Dikkat edilirse, Kuzey Amerika HDTV yaklaşımı Japonya ve Avrupa'dan oldukça farklıdır. Ülkede 1600'ün üzerinde ana IV yayın istasyonu vardır. Bu istasyonlardan NTSC yayınlanılmaktadır. Uzun bir dönemde bile bu yayın kanallarından vazgeçebilmek kolay olmayacaktır. Dijital tekniğin geliştirilmesi ile birlikte Bant Sıkıştırma işlemi daha kolay olmaktadır. Bu yolla 20:1 den 50:1'e kadar sıkıştırma yapılabilmektedir. Yapılan testlerden biri de HDTV sinyalinin sıkıştırılarak UHF kanallarından yayınlanması testidir. NTSC yayınlarında olduğu gibi, HDTV yayınlarında da bant genişliğinin 6MHz olması planlanmıştır.

Diğer bir yaklaşım ise, mevcut anten kuleleri kullanılmak üzere edilecek bir HDIV anteni ile NTSC yayınları ile Eş Anlı (Simulcast) yayın yapmaktır. Bu işlem tam olarak gerçekleştirildiği takdirde, NTSC'den HDTV yayınlarına geçiş de daha kolay olacaktır.

Diğer bir yaklaşım, teklif edilen sistemlerde Interlaced Scanning yerine Progressive Scanning kullanılmasıdır. Bu tür taramanın en önemli özelliklerinden birisi, tarama hızının iki kat fazla olmasıdır. Bilgisayarda olduğu gibi Jagged Edge ve görüntü bozulmaları yoktur. Bilgisayar grafikleri ve özel efektler için son derecede uygundur.

FCC, 17 Eylül 1992'de yayınladığı raporda, 1993'de ATV standardını belirleyerek bu yılın sonunda resmi bir açıklama yapacağını, 1994-1996 yılları arasında ATV yayınlarını mevcut yayın kanallarından yapacağını, 1996-1999 yılları arasında ATV yapısını oluşturacağını ve 1999 yılında da ATV yayınlarına tam olarak başlayacağını açıklamıştır. Şekil-1. (Thorpe, s.524).

FCC'nin aynı tarihte aldığı diğer bir karar ise, 1994-2008 arasında NTSC ile eş anlı yayın yaparak, 2008 yılında NTSC yayınlarına son vermektir. Şekil-2. (Thorpe, s.525).

Şekil-3'de ATV/NTSC Eş Anlı Yayının basit blok şeması gösterilmektedir. (Thorpe, s.528).

Şekil-4'de Yayın Dağıtım Altyapısı'ndaki Dijital Hiyerarşinin 50:1 oranında sıkıştırılma işlemi blok olarak gösterilmektedir. (Thorpe, s.529).

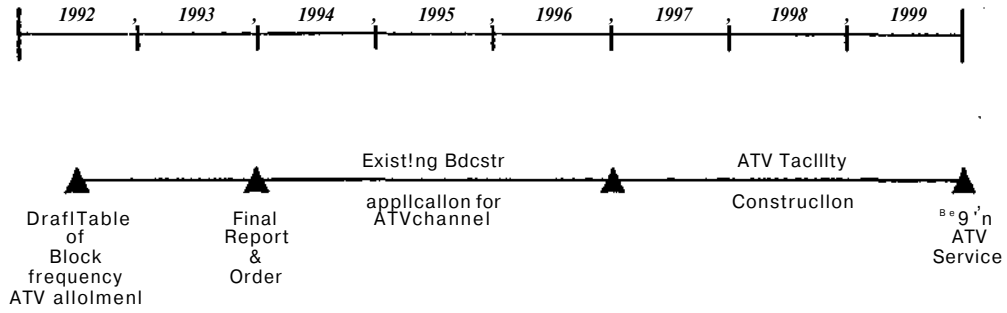
Yine Amerika'daki yayın istasyonlarının çok olması nedeniyle, HDTV antenlerinin mevcut NTSC anten kulelerine yerleştirilmelerinin daha ekonomik olacağı düşünülmüştür. Şekil-5 de gösterildiği gibi HDTV antenleri değişik pozisyonlarda mevcut anten kulelerine yerleştirilebilir. Şu anda NTSC yayınlarını etkilememek için HDTV antenlerinin güçleri düşük tutulmaktadır. Şekilde HDTV antenleri ATS (Advanced Television System) olarak belirtilmiştir. (Vaughan, s.242).

## SONUÇ

Kuzey Amerika HDTV sistem önerilerinin sayısı 1992 yılında FCC tarafından verilen bir kararla dörde düşürülmüş ve 1125/60 Japon Hi-Vision HDTV sistemi, çalışmaların dışında bırakılmıştır. Bunun iki nedeni vardır. Birincisi Japon elektronik cihaz üreticilerinin diğer alanlarda olduğu gibi yeni HDTV sisteminde de Amerika pazarını ele geçirme isteğidir. İkincisi ise ABD ve Kanada konuya daha farklı açılardan yaklaşmaktadırlar, 1600'ün üzerinde ana televizyon vericisi ağı ile

donatılmış olan ABD'de bu yayın ağından, kısacası yayın frekansı açısından, uzun dönemde bile vazgeçmek oldukça zordur. İşte bu nedenlerle ABD 1987 yılına kadar, diğer ülkelerdeki HDTV çalışmalarını izleyerek, kendine uygun bir sistemi benimseme çabasına girmiştir. 1993 yılı sonunda büyük bir ihtimalle en uygun HDTV sistemi Kuzey Amerika Standardı olarak benimsecektir. Daha sonra, 2008 yılına kadar NTSC'den HDTVye bir geçiş süreci yaşanacaktır, BU süreç içerisinde, tüm iletişim sistemleri birbirleriyle uyumlu hale getirilecektir.

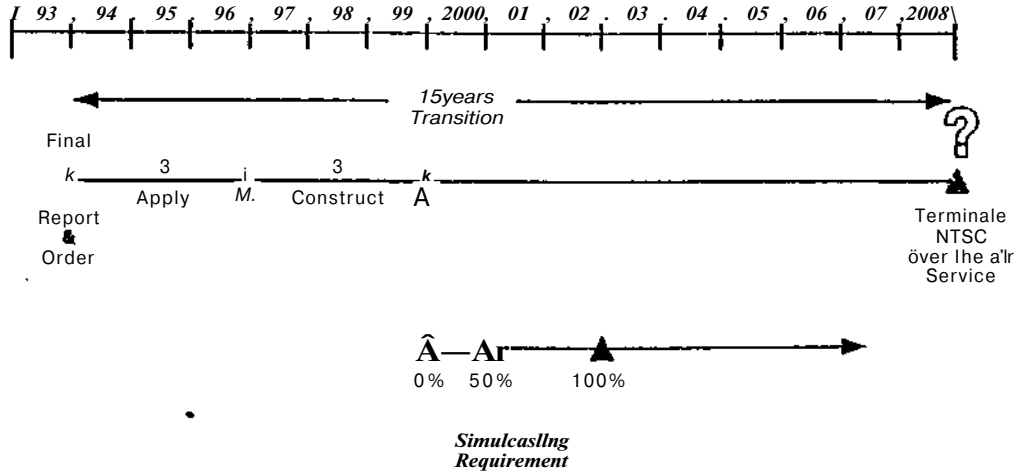
### FCC 2nd Report and Order Sept 17th 1992



### Policy & Rule for Implementing ATV Terrestrial Service

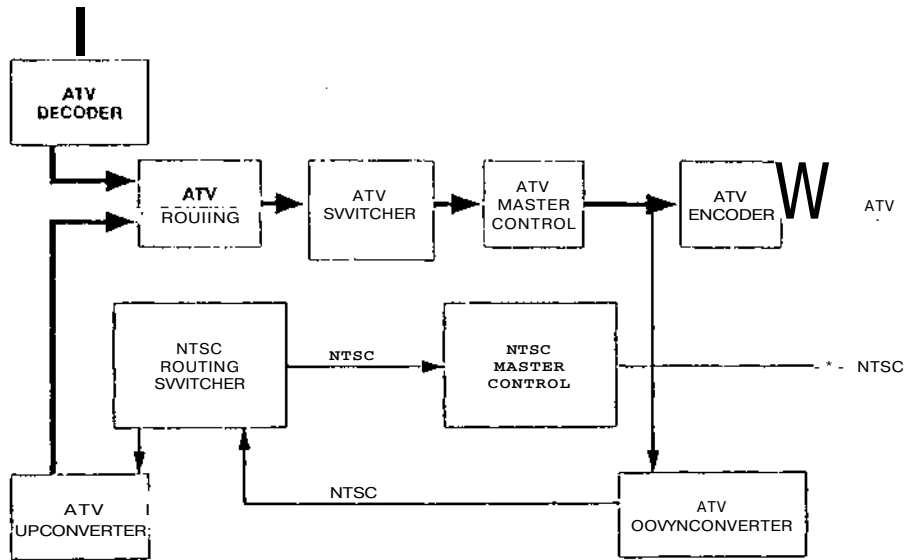
Şekil-1

### FCC Proposed Rulemaking Sept 17th 1992



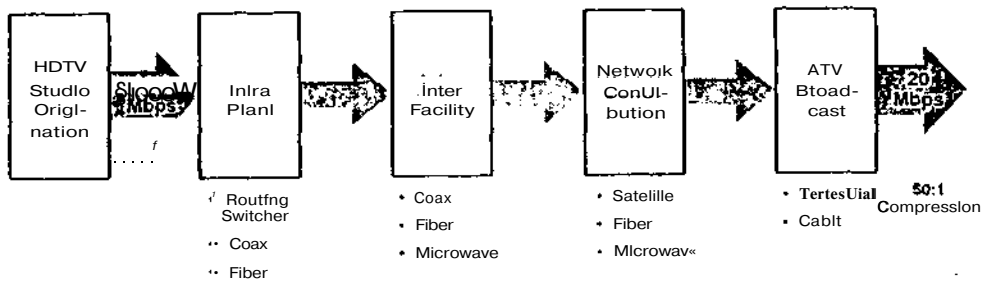
Şekil-2

# ATV SIMULCAST BROADCAST STATION



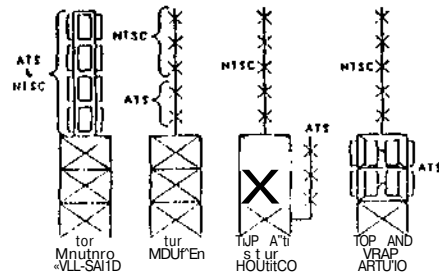
Şekil-3

## THE BROADCASTER'S DISTRIBUTION INFRASTRUCTURE



## A DIGITAL HIERARCHY?

Şekil-4



Şekil-5

## KAYNAKÇA

Advanced Television Research (ATR) International (ATRC), Advanced Digital Television, February 27, 1991.

Pandov, O. "The Evolution of a Collocated UHF Channel System", HDTV World Conference and Exhibition '91, HOTV Expo '91, Las Vegas, s.232-238.

Urbmitt, Mike, "UDTV: One Stop Solution". International Broadcasting. June 1993, s.29-33.

Koçim, Mehmet. "Yüksek Tanımlı Telenizyon (Yüksek Çözünürlüklü Televizyon) Görül Olan Gelecek Yenilikler", Türkiye Medya Zirvesi, 27-28 Mayıs 1993, s.10-17.

Köfse, Mehmet. "HDTV is Still Challenging Conventional Problems on its Effect". Broadcast Session. HHh International Television Symposium and Technical Exhibition, Mompuy-Switzerland 10-15 June 1993, S155-160

Muntlin, Peter. "Advanced Television in the USA", International Broadcasting Engineering, 7, March/April 1993, s. 49-51.

Hendrick. "HDTV in USA, No Winner, No Decision". Harvard International, April 1993, s. 12-13.

Henn, Joan. "Rhapsody, Mitli. 'Advanced Television in the United States', ATM (Advanced Television Market) Issue-1, 1993, S.23-2P.

Rhodes, Charles W. "HDTV the Next Wave in Televisión". Broadcast Session, IOTI International Television Symposium and Technical Exhibition, Montreux-Switzerland. 10-15 June 1993, S.169-170.

Ilorio, J. "The Second Decade". Proceedings, IEEE International Symposium on Technical Exhibitions, Montreal-Switzerland. 10-15 June 1993, s.191-197.

Vincent, I. J. "HF Components for ATIS Transmission". IOTI World Conference and Exhibition '91, HDTV Proceedings for 1991, S.239-240.

Willcy, Hicri K. T. "The FCC's Advisory Committee Report". Microwave, Vol.3, No.1-2, 1992, s.17.

Wilson, W. Y. "Digital Compression Techniques for Terrestrial Broadcasting". SMPTE Journal, Vol. 102, No.2, February 1993, s. 127-131.



Doç. Dr. Mehmet KESİM

*Mehmet, Kesim, 1948 yılında Çarşamba'da doğdu. 1974 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Elektrik-Elektronik Fakültesi'nden mezun oldu.*

*Anadolu Üniversitesi'nde 1981'den itibaren Doçent oldu. Renkli Televizyon Teorisi ve Praksisi kitabıyla İngiltere ve Almanya'da eğitim gördü. Anadolu Üniversitesi İletişim Bilimleri Fakültesi ve İşletme Meslek Yüksekokulu'nda TV-Teknolojisi, İletişim Teknolojisi ve Görsel İletişim dersleri vermektedir. Halen Anadolu Üniversitesi Radyo-Televizyon Yapım Merkezi'nde Teknik Plan-Proje Dairesi Başkanı olarak görev yapmaktadır. Altınordu SMPTF ve İngiltere'deki Royal Television Society'ye üyedir.*

Ceig iz Y İ l.fIA/.CM

U. r'an !>INi;KH

Kaizeniz. Teknik üniver<; Me;; i  
İlektrik E l'k l M n i k Milli. İle l.  
Tı ab/.on

(Jzet-Yapılan ça'ışmada s.ıyır, |  
ıadyo v r i i<-isinin çıkışı yardı--  
er bir alıcı i l P örnekleme rek,  
base bandda < i i i < e uerjal if < i i i  
hpsleme uygu J annı ; ; ! i i . Hu din in  
< a yapı i i i c o l p u p r e k modelini " ! ; . ,  
sonuçlar hazırlanan bit deney  
diizeneğ.i . nde denendi si i i . N"qa  
tif geri d > . l e r - u - n i n Y ü k s e 1 ' : < .  
çıkı ; . m ı ( 1 M ! | u s a l 1 a ş l i i " ! : . i y i  
nırıda QAH sistop'ler i k I O h y b r i d  
I P l den kaynaklanan kanal kupja  
jinid.ı hayli a / a l M t g i göz l c i i  
ir i V - v f i k - s a p i r i r t : i s t u .

## 1. GİRİŞ

Sı'yırs."tl i i d y c i v c i r i i 1 < t i i i ^ l e  
çıkıv- kalınl-ı y p i alan güç yük  
y p | i i M M i i i i i d o a i i ! ) ; ; ( ) o 1 \* \* i - i < T ; i i n l ' i n  
k c " i y n < i k ' i i i - i n i n l ' - t r - ' » | U l o s y n u i l > M -  
z i i n i a l i i i i , . T j i r i < l , i , . i l i ü - . i n i ; ; i i i ^  
t. i i i < i " T i f ( l i i l ; i ; - ; y < i i i i i ( l ; i , ; ! < > ] ! u i s n  
ı o t s p v i y p ü i n i i i b e l i r l e i r ' i v ; i i i i  
z o r 1 f i ş \ i r r " , i k l r i d i r . Y i i k s e ! l f r i n  
< l i i y ü k : " . p v i y p | ( ? i ( I P S i l i i l " P S I ,  
i i i l . « M r " < > d ' i t . H r . y o n t e r i n l P t i n i n a -  
/ n 1 T . n s i i i i p n f j l , i m ; v ; i i i a k a r y i l i k  
çıkı ^ ; i ? ; n i o l r . c v i y r > s i r i i i d i i y i i k  
o l r . İ İ T l u o c . l o n i y 1 < . i ^ - a r o l / g ü r ü 1 l U  
O r a n n . a / . a 1 - > a k t a d ı r .

Giiç yüksekleciniiri doijııısci I •  
1 a ç t 1 1 J 1 w a ; - . i t j o n e l o l f i r a k y i i k  
s e l l p c i n y n p i s i r i i ' j u y r j u n i l i ö n  
l j o z v i c u y l a a r a [ r e k a r u ; l a i b a r e l i  
b u r u ş t u r m a k v e b ö y l e c o e n a z i n -  
« l a n r l U ş i i k d ü z e y l i t e r i m l e r i y o k  
t - I T i c k b i ç i m i n d e y a p ı l m a k t a d ı r .  
H u y ö n t e m k e n i n o l a r a k b i r b i r i -  
n e s o n d e r e c e u y u m g ö s t e r e c e k  
e l e m a n l a r ı g e r . e k t i t i n e k t e c i l t . 1 3 u  
i s e ç o < j u z a m a n z o r C I U L v e a y r ı c a  
e l e m a n l a r ı n ı s ı l d a v r a n ı p d e c j i  
s i m i v e y a ; ~ . 1 a r i t i a 1 a r ı b u u y u m u  
r ; o n i l e r e c e k ı s ı 1 1 a r 1 a r . S o n z a

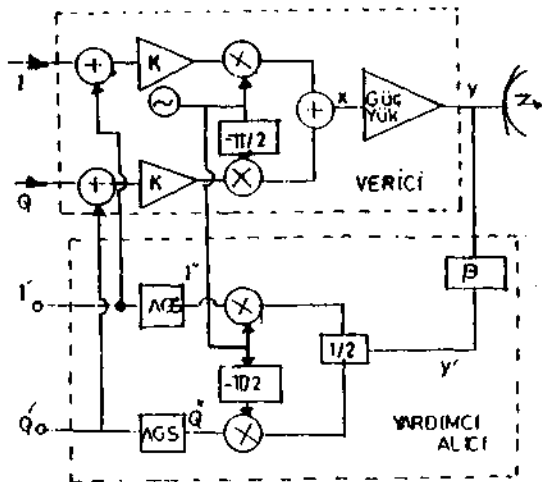
" " u r l a i c ! } f j e l i s e n , . q e i n " l o | , i i , i k  
d a l a n ı n r . a y ı s a 1 l x > z u l " . a r ; y 1 a ,  
d o y u n s . i l l ; i ş t . i r m a n u u y a p ı l m a s ı  
« l d u k ç a k u l l a n ı ş l ı v e u c u / M i  
y ö n l e m d i r . A n c a k b a n d t j e ç i f ' i i  
y a | > n . l a n k a y n a k l a n a n r . < - r l ) o l k a r ı  
; ; i ; i < l a « j ö z ö n ü n e a l ı n d ı ğ ı n d a ç < >  
v . i i - i l l . « m e s o 1 1 d e r e c e z o ı J a s t > a k l a  
< l u . M u k o n u d a y a p ı l a n b a z ı ç a  
1 ) , s " a J a r ; ö n d e i P C P d i k k a l . ç e k i  
e i d i i [ 1 ] , [ 2 ] . A n c a k e l d e e d i l e n  
s o n u ç l a r a l ı c ı l a t a f l a ö r n e k l e  
" < . a r ı n ı i i ç i n ç ö z ü m J e n » » b f i ; e k  
l e d i r v e b u n e d e n l e b o z u k z a t t a n  
l a l a n ı n o l u ş m a s ı d u r u r ' u n d a h a l a  
o l u ş u m u O i i a r ı t a c a k i . - 1 1 . H e r i k i  
y o n t e r d e < l e y i i k s e 1 1 e ç l o k u l l a n ı  
l . i i i e l e i . i n ı n z a i ^ a u l f i o / e ) | i k l < y  
i n i d i - ; j i ; t i i n e ; ; j u e < f r " n i y l e a  
d a p l i ( b i r y a p ı n ı n o l u ş . u u J r a  
s ı ş a r ı t 1 1 .

ü i i v e r i c i k a t ı n ı n ç ı k ı ş ı n  
d a k i i ş a r e t | c i i n l a ' v n n n , s o n d "  
r e c e d o ' j r u s . i l b i r < i l c i i l e d >  
r r o ' J i i l o - p i l i l d i ğ i i n d ' ' l c ' ! > i l b a n d d a  
b o z u l ^ a s ı z b i r k o p y a e l d » - \* » M . l i l e  
c e k t i r . Y a n i q ö n d e r i l e n i ş a r e i . v e  
d i c j e r i n t e t n o d i i l a s y o r u t e r i n l e i i -  
n i i t a " i a T M b o z u l m a s ı z o l a r a k a  
1 i n a c a k l ı t . F . 1 d e e d i l e n b u b a s e  
t ) a I K l i ; . a r e t i o r ) i n a 1 i ş a r e t l e  
k a r ş ı 1 a r > t ı r ı 1 a r a k s a d e c e b i r  
k a t s a y ı o r a n ı y l a y a d a b i r e b i r  
o r ) i n a 1 i y a t e t e b e n z e t i 1 m e y e ç , i .  
J i s ı 1 . ' s a e l d e e d i l e c e k s o n u ç  
i n f e r ^ n o d t i 1 a s y u n b o z u l r r a l a r ı a .  
z a 1 1 i 1 l ü i ş , y i r i ş 1 c ^ o ' j r u s a 1 o .  
r a n ı l . i l j b i r y ü k s e 1 1 e ç ç ı k ı ş ı o l  
m a l ı d ı . \\ u d ü ş ü n c e b a s i t b i r s e  
k i l d e , b i i v e r i c i v e b i r a l ı c ı d a n  
o l u ş a n v e a l ı c ı ç ı k ı ş ı n ı n v e i e i  
< j i r ' i s i i H ^ k a r s ı 1 a s t ı r a i s a r e t i  
o l a r a k u y g u l a n d ı ğ ı n o e j a t i l ' y e i  
b e ; l e ; l e l i b i r s i s t e m l e ' n o c j e l l e -  
r i e b i l i r . O r l a y a ç ı k ı r ı h e m a d a > t i f  
h " ! ^ d e f j e r i b e s l e m e n i n e t k i n o l .

ması duu utturcula bir çok değişken parametreden etkilenmeyen bit yapı olacaktır. Düşüncel yapı şekil 1. de verilmektedir, bu çalışmada yukarıda değinilen özel düşünce altında ortaya çıkan yapının incelenmesi yapılarak sonuçları değerlendirilecektir.

## 2. DÜŞÜNCEL GÜÇ YÜKSELTİCİNİN ÇIKIŞ İFADESİ

Girişine, band sınıtlı ve kompleks zarflı bir işaret uygulan, çıkışı yine band sınıtlı bir yükseklerin yük serisi ile



Şekil 1. Düşüncel Sayısal Alıcı Verici Sistemi

itade edilmesi durumunda giriş  $X = Z \exp(j\omega_c t) \ll Z \exp(-j\omega_c t)$  ivin çıkış aşağıdaki seti ifadesi olacaktır [3].

$$y = \sum_{n=1}^n \left[ \frac{(n-1)}{2} \right] r_n |Z|^{n-1} \{ Z \exp(j\omega_c t) \}$$

$$+ Z \exp(-j\omega_c t) \quad (1)$$

Burada  $Z = a(t) + jb(t)$  şeklinde itade edilecek kompleks bit zarflıyor. temektedir.

Verici blokunda yükselteç girişindeki işaretin, gerekli düzenlemeler yapılarak

$$Z = I(t) + jQ(t)$$

$$X = Z \exp(j\omega_c t) - Z \exp(-j\omega_c t) \quad (2)$$

olduğu kolayca gösterilebilir.

## 3. GEİU BESLEME Lİ VERİCİ SİSTEMİNİN İNCELENMESİ

Şekil 1. de verilen düşünce sistemini alıcı çıkışları kendi otjinal git işletti olan I ve Q girişlerinden çıkartılıp yükselti Jerek verici kanal tji-tişlerine uygulanmaktadır. Alıcı ve Verici bloklarının lokal osilatörleri eş fazlıdır.

Yukarıdaki belirlemeler altında I" ve Q" işaretleri çöztlenilene şu ifadeler elde edilir.

$$I'' = Y_p \cos(\omega_c t) + Y_p G_x \exp(j\omega_c t) \exp(j\omega_c t) / 2 \quad (3)$$

$$Q'' = Y_p G_1 \sin(\omega_c t) - Y_p G_1 \exp(j\omega_c t) \exp(-j\omega_c t) / 2$$

Cet i beslene olmaksızın Z ifadesi aşağıdaki bî '••• '•••' lunacaktır.

$$X''(t) = K G_x \cos(\omega_c t) - 0(t) K G_x \sin(\omega_c t)$$

$$- (K G_r / 2) ((I(t) + jQ(t)) \exp(j\omega_c t))$$

$$+ (K t) \cdot 0(t) \exp(-j\omega_c t)$$

olacağına göre

$$Z = I(t) + jQ(t) \quad (4)$$

(1) . (2) » (3) ifadeleinden I" ve Q" ifadeleri şu şekilde bulunur.

$$I'' = 1/2 \cdot |Z|^2 \exp(j\omega_c t) \ll Z \exp(j\omega_c t) + PG_2 \exp(j\omega_c t)$$

$$+ \exp(j\omega_c t) / 2$$

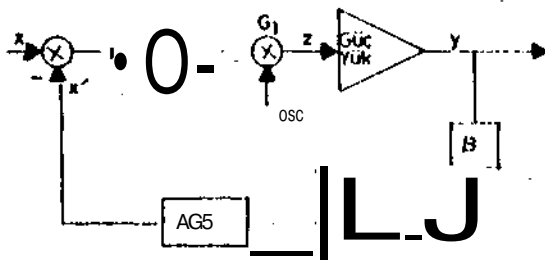
$$0 = 1 - \dots \text{ext}(\dots) \dots \exp(\dots) \dots f(M_i)$$

Alıcı katında yer alan alçak geçiren süzgeç çıkışındaki I' ve o' işaretleri (5) deki (2w<sub>0</sub>t) değişkenli terimlerin atılmasıyla

$$I'(1) = \dots \quad (6)$$

Q'(L) = \dots (6) ifadesi eUle odilir.

Bulunan bu ifade ... uygulanmış durumda ... ayrı olarak yapılabilir.



Sekil 2. ... blok şeması.

... deki basitleştirilmiş yapıdan ... nakal ... çözümleri ... ifadesi ...

(|U-., <., K>: r', jZJ"') çnr p. u. r. if. i < rini açık çevt in k. u. m. cı olarak d. c. j. d. l. i. m. l. i. l. i. i. < . . ş u ş e k i l d e b u . l. i. n. i. n. i.

$$X = X \frac{\{BG_1 G_2 K E F'_n | Z |^{n-1} / 2\}}{1 + \{BG_1 G_2 K >: r', j |^{n-1} / 2\}} \quad (7)$$

Bulunan bu ifade kanallar için (> < 1) leşi itili ise, şu hağınllı bu lunac. ı k l l l.

$$I'(\dots) = I'(1) \frac{\{BG_1 G_2 K E F'_n | Z |^{n-1}\}}{2 \times \{BG_1 G_2 K E F'_n | Z |^{n-1}\}} \quad (8)$$

$$y'(d) = \dots \frac{\{BG_1 G_2 K E F'_n | Z |^{n-1}\}}{2 \times \{BG_1 G_2 K E F'_n | Z |^{n-1}\}}$$

(0) ifadesi ... çok olursa (|G, <., JO: r', |7. J" | >> 2 koşullu ... olmas t d i n u c u n d a b u e ş i t l i k l e r i 1(1) - K i ) v e 0(1) - ( > ( I . ) ş e k l i m l e b a s i t i f a d e l e r e y a k l a ş a ç a k l a r d ı . B u e ş i t l i k l e v e r i e l d e k i n u a d i a n t k a n a l g i r i ş i P i i n d e k i i ş a r e t l e r i n a l ı t ı d a < ( U I V ) a n t k a n a l ç ı k ı ş l a r ı n d a k i i ş a r e t l e r e ö z d e ş o l a c a ğ ı n ı d o l a y ı s ı y l a d o ğ r u s a l o l m a y a n y ü k r e l t e ç ç ı k ı ş ı n d a k i i ş a r e t l e r i n 7. ' - 1 \cdot ( t ) / ( G\_1 ( \Lambda ) \cdot ) ; 0' ( L ) / ( G\_1 p ) o l p . , k ü z e r e a ş a ğ ı d a k i ş e k i l d e i f a d e e d i l e b i l e c e ğ i n i g ö s t e r m e k t e d i r .

$$y = 27 \dots \exp(jv., l) \cdot V L \cdot \exp(\dots) \omega_0 t \quad (9)$$

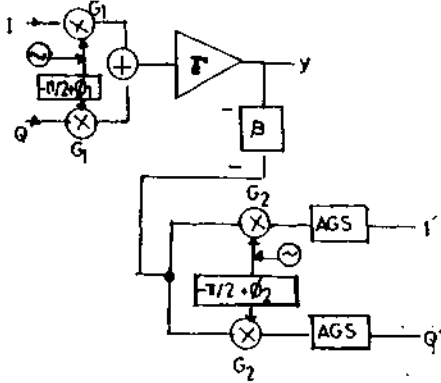
Son i l < u / o G e r i h e r : 1 e n e 1 i y a p ı n ı n . K ' i n i n ç o k b ü y ü k d e ğ e t l e t i i ç i l . ( K - . ) . I' ( D - K < ) v e ü ( 1 ) . y ( 1 . ) o l a c a ğ ı n ı v e b u M e d e t i e y ü k r e l l e ç ç ı k ı ş ı n d a k i i ş a r e t i n y a r f i n i n i n l e t m o d ü l \* . y o n b ' i / u l p a t e r i m l e r i n d e n . n i n n e ş z ( 1 ) = I ( L ) \cdot j Q ( ) i l e o t a n t l ı l a < - a > i n i . y a n i y ü k r e l l e ç ç ı k ı ş ı n ı n d o ğ r u s a l b i t i f a d e o l m a ş ı n ı g ö v : l < ! T ' e k l e d i r .



• GERİBEKLEMELİ DURUMDA  
MYBRİDLERDEN KAYNAKLANAN  
KANAL KARIŞIMININ  
İNCELENMESİ

Genel olarak belirli bir band için  $U_{el}$  ile  $90^\circ$  lik hybridlerin toleranslarından yada merkez frekansında çalışmamasından kaynaklanan kanal karışımı; özellikle yliksek düzeyli üAM'i kullanan sayısal radyo alıcısı çıkışında sembollerin hat,alı algılanmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle hybridlerin son derece iyi  $U_{el}$  et.ilmeleri yada bu etkinin ortadan kaldırılması gereklidir.

Geri beslemeli verici sistemin incelenmesi bu tür  $Jüt$  kanal karışımının azaltıldığını ortaya koymuştur. Analiz için Şekil 3. de verilen doğrusal model kullanılacaktır. Modelde  $Y$  ile gösterilen güç ylikselteç çıkışı aşağıdaki şekilde verilebilir.



Şekil 3. Doğrusal Sayısal Radyo Modeli

$$Y = [I \cos w_0 t + 0 \sin w_0 t] G_{1rp}$$

$$I'' = I - 0 \sin e_x \quad (10)$$

$$Q'' = Q \cos e_1$$

Yardımcı alıcı çıkışlarındaki işaretler ise aşağıdaki eşitliklerle verilebilir. Bu eşitliklerde \* katlamayı göstermektedir.

$$I' = h(t) * [Y \cos w_0 t] \\ = I'' G_{xrp} G_a / 2 \quad (11)$$

$$Q' = H(t) * [Y \sin(w_0 t - o_a)] J$$

$$= I'' G_{yrp} G_2 \sin o_a / 2 *$$

$$Q'' G_{xrp} G_2 \cos o_a / ?$$

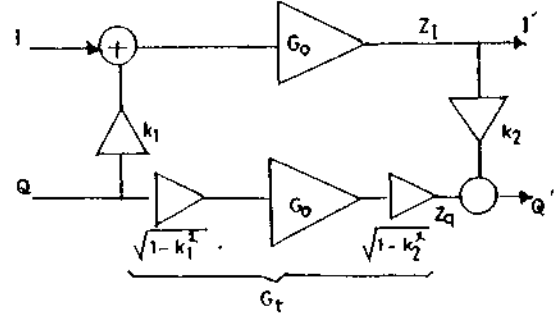
Bulunan (11) eşitliklerinden yararlanılarak eşdeğer bir model Şekil 4. de verildiği biçimde bulunabilir. Modeldeki gösterilenimler aşağıda verilmektedir.

$$k_1 = \sin o_1$$

$$k_2 = \sin o_2$$

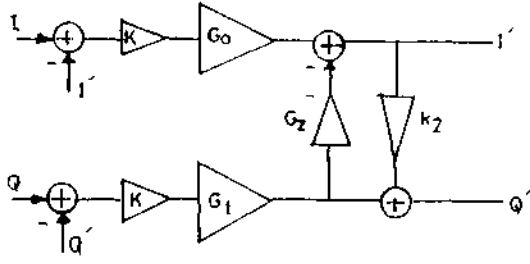
$$G_0 = G_t (iG_2 / 2)$$

$$G_t = \sqrt{1 - k_1^2} \cdot \sqrt{1 - k_2^2} \cdot G_0$$



Şekil 4. Doğrusal geribeslemeli sayısal radyo alıcı-veri içinin basitleştirilmiş modeli

Şekil 4. 'deki model düzenlenerek hem geribeslemeyi içeren hem de daha kolay çözümlenebilecek yeni bir model Şekil 5. de verilebilir. Bu yeni modelde ek olarak  $G_z$  kullanılmıştır ve  $G_z = k_1 G_0 / G_t$  dır.



Şekil 5. Geri beslemeli durumda basitleştirilmiş model

Çekil 5.'deki modelden  $I'$  ve  $Q'$  çözümlenmesi için gerekli adımlar yapıldığında şu eşitlikler elde edilir.

$$I' = \frac{GoK}{1+GoK} (Q-Q') + \frac{k1Go}{1+GoK} \quad (12)$$

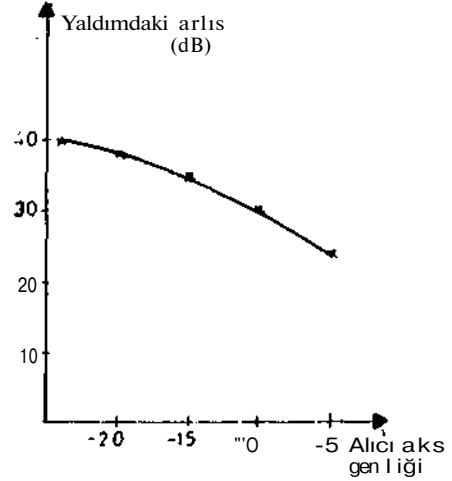
$$Q' = \frac{k2}{1+G1K} I'$$

Ev-tlilikle ilgili olarak  $k1Go \gg 1$  olması durumunda  $Q' = 0$  ve  $I' = I$  olacaktır. (12) Eşitlikleri Çekil 1.'de verilen dairesel geribeslemeli vericide, yardımcı alıcının iletim hatlarının sonunda yer alan alıcıyla özdeş olması durumunda bu alıcıda alınan işaretler (11) eşitliklerinin sonucu olarak, birbirine karışmamış olacaktır.

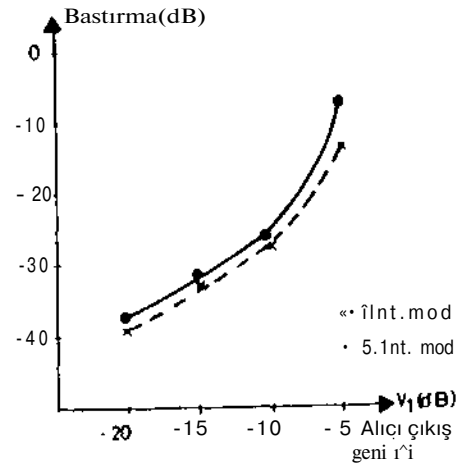
##### 5. DENEY DÜZENİ VE ÖLÇÜM SONUÇLARI

Kuramsal incelemesi yapılan negatif geribeslemeli sayısal radyo sistemini modelleyen deney düzeneği kurularak denenmiştir. Gerçekleştirilen modelde taşıyıcı frekans 10 MHz, band genişliği 13 kHz alınmış, 1 ve 0 kanal girişlerine farklı 10 ve 0 dBlik işaretler verilecek sonuçları gözlenmiştir.

Yapılan deneylerde kuramsal değeri 1 dBlik girişin çıkışı 0 dBlik çıkışta olacaktır. Metin iki kanallı aynı (jmlikli) farklı girişli (kayıtlı) U-aiPl. uyumlu 100 MHz'ın dinamikleri, n. ve [1]. intermodülasyon ürünlerinin yeri beslemeli durumda geri beslemeli olarak izlenmiştir. Çekil 7. 'de görülebilenler sorunsuzdur. Geribeslemeli durumda kanal yalıtımının sağlanıyor olduğu görülmüştür.



Çekil 6. intermodülasyonu teliflerinin geribeslemeli olarak izlenmesi



Çekil 7. Geribeslemeli durumda iki kanallı kanal yalıtımının sağlanması

