

# SAYISAL SES YAYINI (DAB: DIGITAL AUDIO BROADCASTING)

## I. GİRİŞ

1990'lı yılların radyo yayıncılığı alanındaki en büyük gelişmelerinden birisi de DAB'dir. Uzun vadede mevcut analog FM yayınlarının yerini almak üzere planlanmıştır. DAB Yayınları yersel (T-DAB Terrestrial Digital Audio Broadcasting) ve uydudan (S-DAB Satellite Digital Audio Broadcasting) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

EBU (European Broadcasting Union) bünyesinde oluşturulan Eureka-147 adı verilen bir proje grubunca geliştirilen DAB, dinleyicilere ve ilgili sistem üreticilerine büyük imkanlar yaratacaktır. Ayrıca, yeni geliştirilen COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) modülasyon tekniği ve buna bağlı SFN (Single Frequency Network-Tek Frekans Ağı) tipi frekans planlaması ile de mevcut frekans sıklığına çözüm getirecek niteliktedir. Üretilen prototip alıcı ve verici ile ilgili test sistemleri üzerinde yapılan denemeler olumlu sonuç vermiştir.

DAB ile birlikte, aynı frekanstan belirli bir alana birden fazla verici ile aynı programların yayınlanması durumunda da enterferansın olmayacağı bir sistem olan SFN geliştirilmiştir.

2007 Yılından sonra genel düşünce DAB yayınlarının şimdiki FM bandına aktarılacağı yönündedir. Ancak bu tarihe kadar özellikle başlangıç aşamasında kullanılacak frekanslar konusunda 3-21 Temmuz 1995 tarihleri arasında Almanya'nın Wiesbaden kentinde CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) üyesi ülkeleri

Erkan CAN  
Başmühendis

TRT Kurumu Genel Müdürlüğü  
Teknik Planlama ve Koordinasyon Dairesi Başkanlığı

kapsayan T-DAB Planlama Toplantısı  
Ülkemize isteğimiz doğrultusunda

TV 12. Kanal (223-230 MHz) ve L Bandının (1-2 GHz) 1452-1467 MHz aralığında bloklar verilmiştir. 1467-1492 MHz aralığı ise S-DAB için kullanılacak olup paylaşımı ayrıca ileride yapılacaktır.

Şekil-1'de TV 12. Kanalın, herbiri 1.536 MHz band genişliğinde olan 4 bloğa ayrılmış şekli verilmektedir. Planlama toplantısında mevcut sivil ve askeri sistemlerimiz gözönüne alınarak birinci öncelikli olarak blok 12A ve 12B ağırlıklı olmak üzere frekans alınmış, ikinci önce-likli olarak da L Bandı tercih edilmiştir.

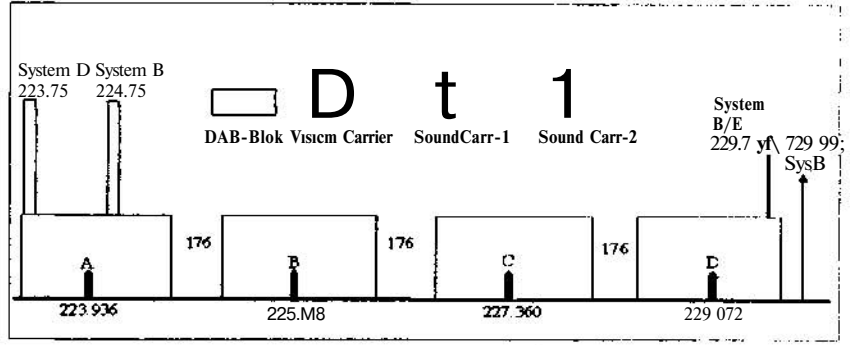
## II. DAB YAYIN ZİNCİRİ

DAB Yayın zinciri, en genel halde Şekil-2 ve Şekil-3 'de verilmektedir. Stüdyo çıkışında mono ya da stereo yayın, sayısal olarak kodlanır. Kodlanmış sinyal daha sonra da MUSICAM (Masking Pattern Adapted Universal Sub-Band Integrated Coding And Multiplexing) tekniği ile ayrıca kodlama, sıkıştırma ve çoğullama işlemine tabi tutulur.

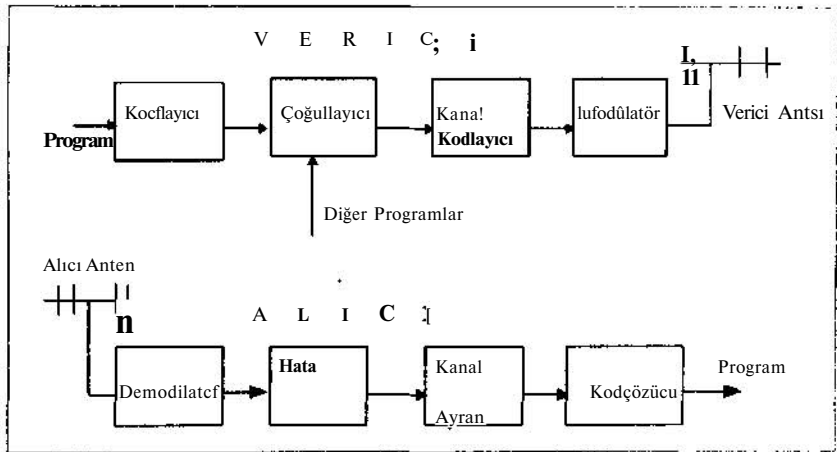
Daha sonra da seçilen iletim ortamına uygun olarak (Kablo, uydu, R/L gibi) gerekli kodlama ve modülasyon işlemleri uygulanır. Vericilere kadar iletilen bilgiler burada COFDM modülasyon tekniği ile modüle edildikten sonra verici anteninden yayınlanır.

Geniş spektrumlu alıcılar tarafından alınan bu yayın gerekli dönüşümlerden sonra ses olarak dinlenir. Bu arada, yayınlara birlikte stüdyodan girilen diğer veriler de (Data) alıcıda gerekli dönüşümlerden sonra uygun alıcı sistemlerinden alınabilir.

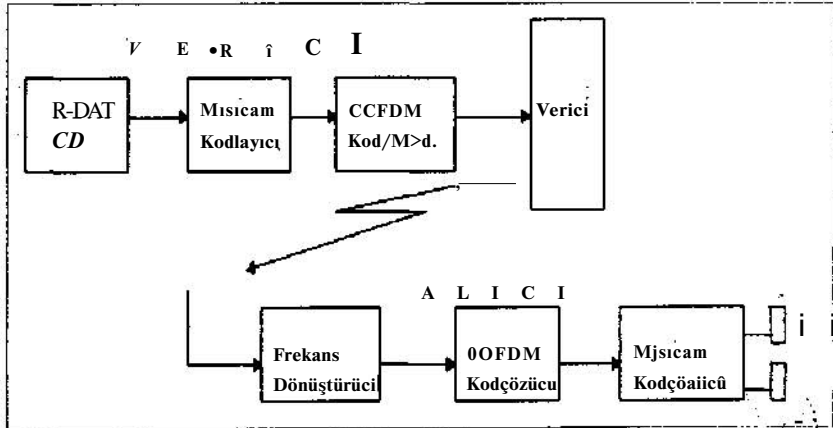
Almanlar tarafından geliştirilen MUSICAM tekniği ile insan kulağının algılayamayacağı nitelikte sayısal bilgi indirimi yapılır. MUSICAM bit azaltma tekniğinde insan kulağının duyma karakteristiği kullanılır. Kullanılan bu karakteristikler Şekil-4 ve Şekil-5'de ve-



Şekil-1 : DAB Bloklarının TV-12. kanala yerleştirilişi.



Şekil-2 : Stüdyo-Alıcı arası yayın zinciri



Şekil-3 : Stüdyo-Alıcı arası yayın zinciri

rilmektedir. Şekil-4, kulağın minimum duyma seviye eğrisini, Şekil-5 ise B seviyesinde duyulan bir sesin maskeleyme etkisinden dolayı A'nın duyulamayacağını açıklamaktadır. Bu durumda birinci şekilde A duyulabilir olduğundan iletilir. İkinci şekilde B duyulabilir ancak bura-

daki A sinyali B'nin çok yakınında olduğundan, yani B tarafından maskeleyildiği için duyulamayacağından gönderilmez. Böylece, 1411 kbit/s olan stereo kodlama bilgisi 256, 224 ya da 192 kbit/s'ye kadar indirgenir. Sayısal bilgi indirgeme oranı 7'ye kadar çıkabilmektedir. Bu azaltma-

bilginin iletini band genişliği ve dolayısıyla da gerekli güç tasarrufu sağlamaktadır.

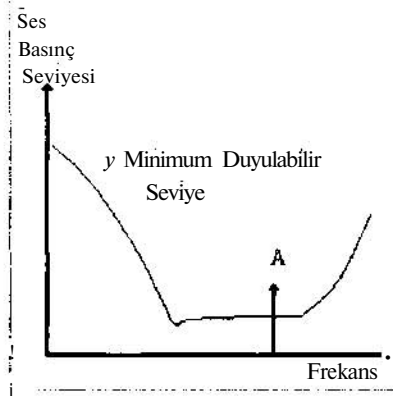
### III.STÜDYODA SESİN KODLANMASI

Mevcut yayın zincirinde, kaliteyi bozucu nitelikteki bazı sorunlar analog sistemde aşılammaktadır. Bu bozucu etkilerin başlıcaları gürültü, iletim zincirindeki sistemlerin performans bozuklukları, atmosferik şartlar gibi sayılabilir.

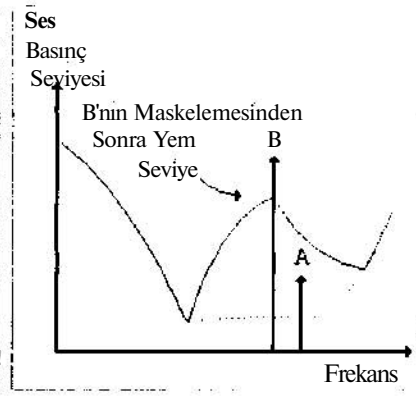
Yayıncılar, çözölemeyen yada tamamen yok edilemeyen bu tür sorunlara rağmen yayın kalitesini artırmak için yoğun uğraşı içinde olmuşlardır. Bu çalışmalar sonucu geliştirilen ve en azından stüdyoda çok kaliteli ses elde etmeyi amaçlayan Compact Disc (CD yada CD-I). Rotary-Head Digital Audio Tape (R-DAT). Digital Compact Disc (DCD). Mini Disc (MD) gibi stüdyo teçhizatları kullanılmaktadır.

DAB yayını için stüdyoda, sesin yukarıda belirtilen olanaklarla sayısal olarak kaydedilmesi yada analog kayıtların sayısalaya dönüştürülmesi gerekir. Stüdyoda kodlama işlemine tabi tutulacak ses kaynaklarının sayısı kodlama oranına bağlıdır. DAB Yayın sisteminde, ses kodlaması, bir alt-band ses kodlama ve sıkıştırma tekniği olan MUSİCAM ile yapılır. Mono yayın için 32. 48. 64. 80. 96. 112. 128. 160 ve 192 kbit/s'lik örnekleme oranları, stereo ve dual ses için de bu örnekleme oranlarının iki katı kullanılır. Farklı kodlama oranları yayıncılar tarafından istenilen kaliteye bağlı olarak seçilebilir.

Örneğin: 192 kbit/s'lik mono yayın için yada 384 kbit/s'lik stereo yayın için kodlama durumunda oldukça yük-sek kaliteli ses elde edilir. Ancak bu durumda 1.5 MHz'lik band içinde sadece 6 mono yada 3 stereo DAB ses yayını yapılabilir. DAB yayınlarında 1 ile 6



Şekil -4



Şekil -5

arasındaki programlar 1.5 MHz'lik bloklar içinde gönderilir. Genelde 128 kbit/s'lik örnekleme oranı mono yayın için kullanılır ve bu durumda da bir bloktan 5 stereo yada 10 mono yayın gönderilebilir. Mevcut FM yayınlarının kalitesinde bir yayın için 64 kbit/s'lik örnekleme oranı ve AM kalitesinde bir yayın için de 48 kbit/s'lik örnekleme oranı kullanılır.

DAB ile, ses yayınına ilaveten ayrıca RDS (Radio Data System-Radyo Data Sistem) sistemindekine benzer alıcı ekranına yönelik servis hizmetleri de verilecektir. Bunlara örnek olarak zaman, takvim, servis adı-kimliği, reklamlar, program adı, program türü v.b. sayılabilir.

Bu arada RDS sisteminin ileride DAB ile birleştirilerek yapılması ve ortak alıcı üretilmesi planlanmaktadır. Bu amaçla gerek RDS gerekse DAB'ın bazı fonksiyonları ortak olarak belirlenmiştir.

### IV.SESİN STÜDYODAN VERİCİLERE İLETİMİ

Kodlanan ses sinyali stüdyo çıkışından itibaren vericilere kadar uydur yada radyolink sistemleri ile iletilir. Kablolulu yayın durumunda ise gerekli dönüşümlerle sinyalin kanallardan dağıtımını sağlar.

### V.DAİİ VERİCİLERİ

DAB vericileri sayısal olarak kodlanmış 6ya kadar stereo (yada mono) program ile 2 veri (dala) kanalı üzerinde işlem yapabilecek şekilde dizayn edilmiştir. 1.5 MHz içine yerleştirilen yukarıda belirtilen program ve veriler COFDM modülasyonundan sonra Band II. Band III yada L-Bandından seçilen bir frekansa modüle edilerek vericiden yayınlanacaktır.

Yukarıda belirtilen T-DAB Planlama Toplantısına kadar EBIT'nun ilgili çalışma grubunda T-DAB başlangıç yayın frekans ve alıcı tarama bandı olarak Band II (47-68 MHz). Band III (216-240 MHz aralığı) ve L Bandı (1452-1467 MHz aralığı) olarak belirlenmişti. Ancak askeri sistemler, mevcut diğer sistemlerden gelen kısıtlamalar ve toplantıda genel eğilimin Band III'e kayması nedeniyle Band II'den oldukça az frekans bloğu tahsis edilmiş olup alıcı ve verici üreticilerinin Band H'yi sistemlerine dahil etmeme durumu ortaya çıkmıştır.

DAB Vericileri genel olarak aşağıdaki ünitelerden oluşur;

- Mono yada stereo kodlayıcı.
- COFDM modülalör (kanal kodlayıcı).
- RF modülalör.

- Besleme üniteleri ile birlikte amplifikatörler.
- Uygun inlerface üniteleri.
- Sigorta paneli.
- A/D çeviriciler,
- Test ve ölçü cihazları.

## VI.KODLAYICILAR

Vericideki kodlayıcı, stüdyodan MUSICAM tekniği ile kodlanmış olarak gelen 1 ile 6 arasındaki stereo ya da bunların değişik kombinezonları ile veri paketleri üzerinde işlem yapabilecek şekilde dizayn edilmiştir.

Vericide sinyalin kodlanması işleminde, öncelikle, stüdyodan sayısal olarak gelen sinyal çok fazlı filtre sistemi ile 32 alt banda ayrılır. Bu bölme işleminden sonra hatasız olarak elde edilen örnekler ayrıştırılır ve yeniden bloklar halinde düzenlenir. Daha sonra da kuantalama işlemine tabi tutulur. Örneklerin bloklara yerleştirilişi dinamik olup bloktan bloğa

farklıdır. Alıcıda, stüdyodan itibaren sinyal üzerinde yapılan bir di/i kodlama işleminin tersinin yapılması sözkonusudur. Alıcının bu işlemleri yapabilmesi için vericiden program sinyalinin yanı sıra bu kodlama işlemine ait bilgiler de gönderilir. Kodlanma ilişkin blok şema Şekil-6'da verilmektedir.

Ses sinyalinin vericide paketler halinde sayısal olarak düzenlenmesinden sonra, her pakete diğer bilgilere ilaveten bir de "copyright" bilgisi eklenir. Bu bilgi alıcılara yayınlanan programın kaydedilip kaydedilenciyceğini bildirir.

## VII. TRANSMİSYON PAKETLERİ

DAB Multipleks sinyalinin basit yapısı Şekil-7'de verilmektedir. Multipleks sinyali paketler halinde düzenlenir. Pakette, program bilgilerine ilaveten FIC (Fast Information Channel), SC (Synchronization Channel) ve MSC (Main Service Channel) yer alır. SC: alıcıya paket yapısı, kontrol bilgileri, otomatik

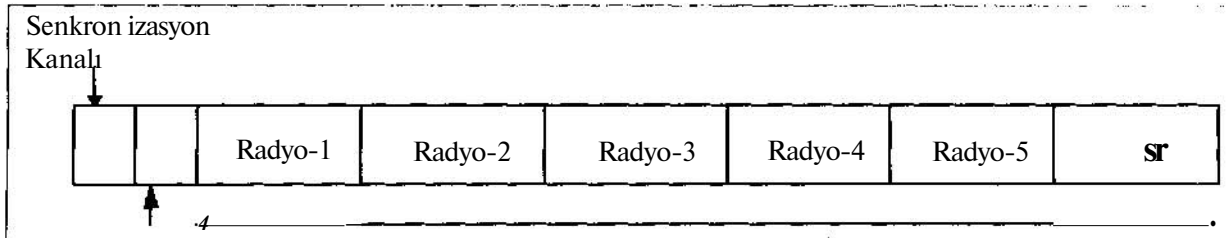
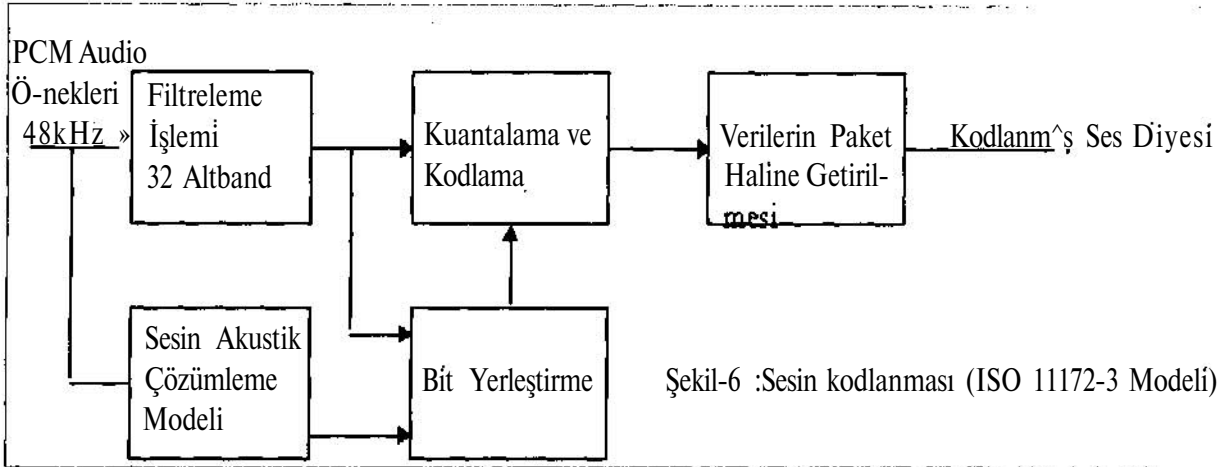
frekans kontrol (AFC), otomatik kazanç kontrol (AFC) ve faz referans bilgilerini taşır.

MSC kanalı genel paket yapısı içinde en geniş alana sahip kanaldır. Programlar MSC içinde taşınır. FIC kanalı içinde ise MCI (Multiple Configuration Information) bilgisi taşınır. MCI alıcıya, multipleks kanalı içinde taşınan bilgilerin yerleşim durumu hakkında bilgi taşır.

## VIII.DAİİ ALICILARI

Prototip aşamasında olan DAB alıcı üretimi, gelişmesini tamamladığında RDS alıcısına benzer ancak daha fonksiyonel olacaktır. DAB alıcısında hedeflenen nitelikler;

- Hızlı ve kolayca bütün radyo programlarına ulaşabilmesi,
- Hafızasında bir takım bilgilerin depolanması ile yayında oluşabilecek sorunlarda dinleyiciyi hemen uyarabilmesi.
- Statik ve dinamik bilgileri



Şekil-7 : DAB Multipleks yapısı.

verebilmesi,

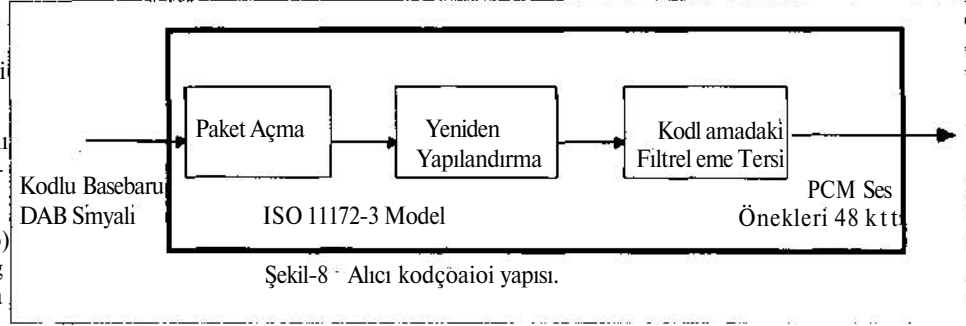
- Yayınlanan kodlu bilgileri doğru olarak çözebilmesi,
- Üzerinde karakterleri doğru ve tam olarak gösterebilecek ekranının olması,
- DAB (Sayısal radyo) yayınları dışında analog FM ve AM yayınlarını da alabilmesi,
- Mono-stereo-dual sese uygun donanımlarının olması gerekir.

Alıcıda öncelikle kodlu olarak gelen sinyalin kodçözümü yapılır. Genel kodçözücü yapısı Şekil-8'de gösterilmektedir. Kodçözme işlemi multipleks şeklinde birleştirilen sinyallerin ayrıştırılması, sıkıştırılan sinyalin açılması ve kodlayıcıda yapılan filtreleme işleminin tersini yapmaktan ibarettir. Alıcıda genel olarak stüdyodan itibaren sinyal üzerinde yapılan bir dizi kodlama işleminin tersinin yapılması sözkonusudur. Bu nedenle, alıcıya stüdyodan itibaren sinyal üzerinde yapılan bütün işlemlere ilişkin bilgiler gönderilir.

Prototip olarak Eureka-147 projesi çerçevesinde üretilen alıcının bazı fonksiyonları ve özellikleri;

- RF Giriş empedansı 75 ohm,
- RF Tuning adımı 16 kHz,
- Vericilerin çalışma modlarına göre RF alışı frekansları 87.5 MHz-1.5 GHz arası, (1.5 GHz bandında alman sinyal alıcıda 170-240 MHz aralığına indirgenir.
- Minimum ve maksimum sinyal alışı seviyeleri -80 ve -10 dBm,
- Çalışma mod'ları arasında otomatik geçiş,
- Alıcı çıkışı mono, stereo yada dualses'e uygun,
- Alıcı 8 ayrı kanal üzerinde işlem yapmaya uygun olup bu kanallar ve kodçözme oranları aşağıda verilmektedir.

Kanal No	Programlar
1.	stereo-256 kbit/s
2.	stereo 224 kbit/s



Şekil-8 : Alıcı kodçözücü yapısı.

3. stereo 224 kbit/s
4. stereo 192 kbit/s
5. stereo 192 kbit/s
6. mono 64 kbit/s
7. data 64 kbit/s
8. data 24 kbit/s

### IX.SONUÇ

DAB'nin en büyük kazancı belirli bir bölgede vericilerin aynı programı yayınlamak koşuluyla aynı frekanstan yayın yapabilmelerini olanak sağlayan SFN tipi çalışmadır. Bu durum mevcut frekans sıklığı son verecek özelliğindedir. SFN tipi frekans planlamasında, yayınlanan sinyale bir süre (Guard Interval) eklenir. Alıcıda, eklenen bu süre kadar daha gecikmeli gelen sinyaller ilk gelen sinyal ile toplanarak güçlenmesini sağlar ve böylece aynı programı yayınlayan ve yansarak ya da başka vericilerden gelen sinyaller alıcıda birbirini yapıcı etki ederler. Verilen süreden fazla geciken sinyal ise daha önce gelen sinyalleri bozucu etkisi olacaktır. Bu süre 250-300 nano saniye dolayında olup böylece 75-90 km daha fazla uzaklıktan gelen dalgalar alıcıda toplanarak daha güçlü sinyal elde edilecektir. SFN ile birlikte ilk defa Şebeke Kazancı (Network Gain) tanımı ortaya çıkmıştır. Bu kazanç aynı frekanstan ve aynı programı yayınlayan 2 verici durumunda 7.6 dB, 3 verici durumunda 11.4 dB ve 4 verici durumunda ise 13.8 dB olmaktadır.

DAB için prototip vericiler en fazla 10 kW (ERP) gücünde ve yayın

alanları 80-120 km (kara ortamında) arasında olacak şekilde belirlenmiştir. Bu uzaklıklar sinyalin yayılacağı ortama (kara, deniz v.b.) ve yayın frekansına göre değişmektedir.

Bu sistem için belirlenen ve ülkemizde başlangıç aşamasında kullanılacak olan frekanslar, mevcut yayın yapan 11. ve 12. kanal TV vericileri ile diğer bazı servisleri etkileyecektir. Aynı zamanda ülkemizden kaynaklanan yayın nedeniyle başka ülkeler de etkilenecektir. Bu nedenle mevcut sistemlerin korunması için gerekli planlama ve diğer bazı tedbirlerin alınması gerekecektir.

Ülkemizde DAB yayınlarının başlangıcı olarak 1999 yılı öngörülmektedir. Bu konudaki kararları ve gerekli izinleri 3984 sayılı yasa çerçevesinde kurulan Radyo ve Televizyon Üst Kurulu verecektir. Avrupa'da ise, deneme yayınları, başta Almanya olmak üzere başlamış durumda olup düzenli yayınlara 1997 yılında başlanacaktır.

Prototip olarak geliştirilen DAB kodlama, verici ve alıcı sistemlerinin zamanla seri üretim ve talebin artmasıyla ucuzlaması beklenmektedir. Başlangıç aşamasında uyumluluk bakımından alıcılar mevcut analog yayınları da alabilecektir.

### KAYNAKÇA:

EBU (European Broadcasting Union) Teknik Dokümanları (Technical Review)