

# Askeri Aviyonik Sistemler ve Modernizasyon(6)

M. Oktay ELDEM

Elektronik Y. Mühendisi  
EMO Ankara Şubesi Üyesi  
oktay.eldem@gmail.com

## Geçen Bölümlerin Özeti

Bültenin önceki beş sayısında (2014-2, 2014-3, 2014-4, 2015-1 ve 2015-2) askeri Aviyonik sistemlerin neler olduğu, Aviyonik modernizasyonun gelişimi anlatılmış, daha sonra navigasyon sistemleri tanıtılmış, ardından navigasyon sistemlerinden ülkemizde neler yapıldığı incelenmişti.

Bu sayıda Haberleşme ve Tanıma-Tanıtma sistemleri ele alınacak, ardından bu sistemlerden ülkemizde neler yapıldığı inceleneyecektir.

## Haberleşme ve Tanıma-Tanıtma Sistemleri

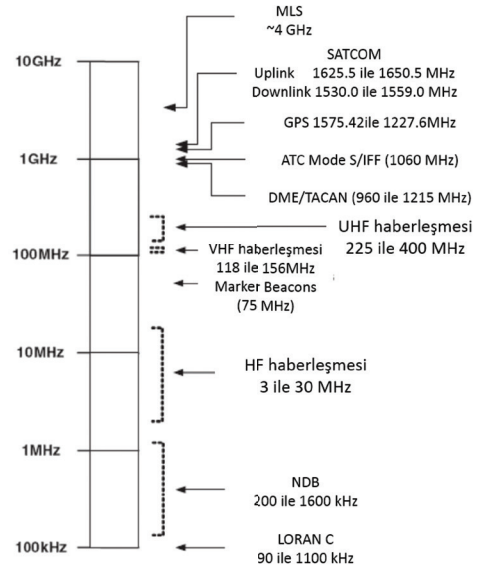
Askeri uçaklar görevlerini tamamlayabilmek için belli hesaplama yeteneklerine ve uçağın dışında, uzaktaki hesaplama kaynaklarına ihtiyaç duyar. Bu kaynaklar, Bültenin önceki sayılarında anlatılan Navigasyon sistemlerine ek olarak şunlardır:

1. Haberleşme (Communications): Dost kuvvetlerle, aynı uçaktaki personelle, filodaki diğer uçaklarla, yerdeki komuta kontrol merkezi veya karadaki askerle ses veya veri olarak iletişim kurma yeteneği.
2. Tanıma - Tanıtma (Identification): Verilen bir hedefe nişan alma kuralları. Ateş etmeden önce hedefi sınıflandırma ve tanımlama yeteneği.

Söz konusu üç sistem, askeri uçaklarda CNI (Communication, Navigation, Identification) olarak tanımlanmaktadır.

### a) Haberleşme Sistemleri

CNI fonksiyonlarının RF spektrumu, aşağıdaki şekilden de görüldüğü üzere 100 kHz ile 4 GHz aralığında yer almaktadır.



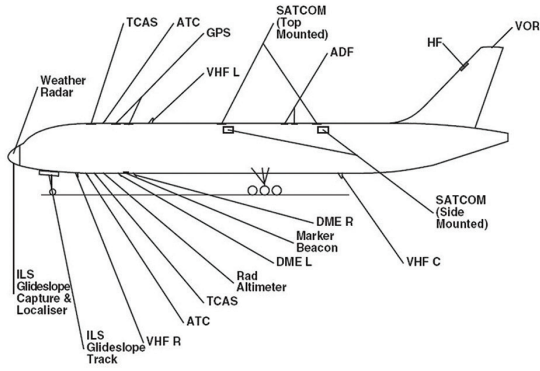
Söz konusu sistemlerin artan frekans sıralaması ile listesi aşağıdaki gibidir:

- Haberleşme Birimleri.
- HF telsizleri
- VHF/ UHF telsizleri
- Uydu Haberleşmesi (SatCom)
- Veri linki

Tanıma-Tanıtma Birimleri:

- Dost Düşman Tanıma Tanıtma Sistemi (IFF).
- Hava Trafik Kontrol (ATC) mode S;
- TCAS;

CNI fonksiyonlarını sağlamak üzere uçak gövdesine birçok anten monte edilmesi gerekmektedir. Aşağıdaki şekilde, askeri bir uçağa dönüştürülmüş sivil bir Boeing 777 uçağının gövdesine monte edilmiş antenler gösterilmiştir.



Çalışma karakteristiklerine ve gönderme özelliklerine bağlı olarak her bir antenin kendi montaj kriteri vardır. GPS ve SATCOM anteni yukardadır, uyduları görmek üzere, iniş ile alakalı ILS antenleri ön tarafta, gövdenin alt kısmında yer alır.

### Haberleşme Kontrol Sistemleri

Bir uçaktaki haberleşme sistemini kontrol etmek gittikçe zor bir hal almaktadır. Karışıklık, uçağın hızına, hava trafik yoğunluğuna ve haberleşme çeşitlerinin artması ile gittikçe artmıştır. Kolaylık sağlamak amacıyla; haberleşme tipi, frekans seçimi gibi ayarlar Uçuş Yönetim Sistemi (FMS) tarafından yapılmaktadır. Bu sayede pilotun iş yükü azaltılabilmektedir.

### HF Haberleşmesi

Kara, deniz ve hava haberleşmesi için yaygın olarak kullanılır. Haberleşme bandı (HF SSB/AM) 2 MHz ile 30 MHz aralığındadır. Uçak ile yer haberleşme istasyonları arasında direkt görüş olmadığı zaman, çok uzun mesafe haberleşmeleri için, örneğin okyanus aşımında, HF haberleşmesi kullanılır. Haberleşmenin kalitesini artırmak için HF veri linki (HFDL) kullanılır. Bu sayede ses haberleşmesindeki bozulmalar azaltılır.



Yukardaki resimde Rockwell Collins firmasına ait Link 11 kabiliyetli HF-9500, 400W'lık telsiz sistemi görülmektedir.

### VHF ve UHF Habereleşmesi

VHF bandı sivil, UHF bandı ise askeri havacılık için kullanılmaktadır. Sivil havacılıkta kullanılan VHF bandı 118.000–135.975 MHz aralığındadır. VHF/UHF haberleşmesi direkt haberleşmedir, (Line Of Sight, LOS)

yani alıcı verici antenlerin birbirini görmesi gerekir. Haberleşme mesafesi antenlerin yerden olan yüksekliğine bağlıdır.

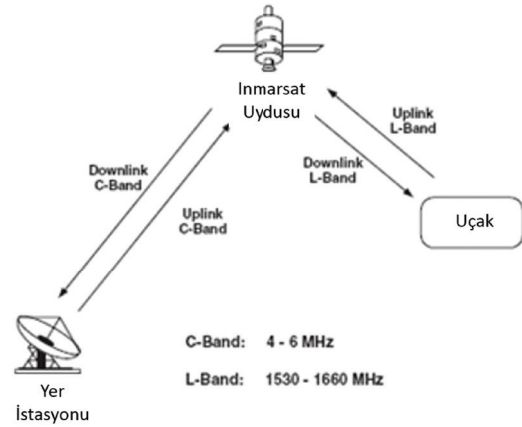
VHF haberleşmesinde birçok veri linki (VHFDL) kullanılmaktadır. Yer istasyonuna operasyonel bilgiler gönderen ACARS (Aircraft Communication and Reporting System) telsizleri 131.55 MHz frekansında, veri haberleşmesi sağlayan özel telsizlerdir.



Yandaki şekilde Raytheon firmasının AN/ARC-231 VHF/UHF/LOS/SATCOM hava telsizi görülmektedir. Bu sistem güvenli bir anti-jam ses, veri ve görüntü iletimi sağlayan, ağ özellikli ve uydularla haberleşmesi yapabilen son tasarım bir telsizdir.

### Uydu haberleşmesi

Uçaklar INMARSAT (International Maritime Satellite Organisation) uydusu ile L-bandında haberleşir,



gönderme frekansı 1626.5–1660.5 MHz ve alma frekansı 1530.0–1559.0 MHz bandındadır. Uydu ile yer istasyonu ise C-bandında haberleşir.

Uçaktan yerdeki bir alıcıya sinyalin akışı şu şekilde gerçekleşir. Uçak-Uydu-Yer İstasyonu-Yerdeki Bir Alıcı. Yerden uçağa haberleşme yolu ise bu yolun tersidir.

Telsiz açıldığı zaman otomatik olarak uydu frekanslarını tarar (1530-1559Mhz) sinyali bulunca o uydunun bağlantılı olduğu yer istasyonları ağına kaydolur. Böylece yerdeki herhangi bir istasyon uçağı görür. Kayıt gerçekleştirildikten sonra uçak ile yerdeki bir kullanıcı arasında

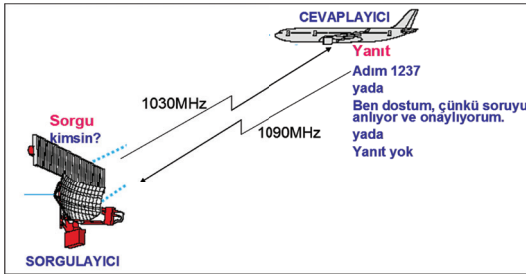


haberleşme gerçekleşebilir. Çalışma şekli GSM sisteminde olduğu gibidir. Yandaki şekilde VHF / UHF / SATCOM antenin uçak gövdesine montajı görülmektedir.

## b) Tanıma Tanıtma Sistemleri

### IFF

Dost-düşman tanıma-tanıtma sistemi (Identification Friend or Foe) olarak bilinen IFF (Identification Friend or Foe) sistemi günümüzde gerek askeri gerekse sivil alanlarda etkin olarak kullanılmaktadır. Bu sistem sayesinde dost kuvvetlerin birbirlerini tanımaları ve birbirlerine zarar vermelerini önlemek mümkün olmaktadır.



IFF sistemi bir sorgulama ve cevaplama sistemidir, sorgulayıcı ve cevaplayıcı cihazlardan oluşur. Sorgulayıcı, platformdaki birincil sensör ile koordineli olarak çalışmaktadır ve radarın tespit ettiği hedefleri sorgulamakta ve sonuç olarak uçağın dost/bilinmeyen bilgisi ile uçağa ait bilgiler elde edilmektedir.

### Mode S Transponder

Hava Trafik Kontrol Transponder: sivil uçaklar artan sayı ve hızlarıyla hava trafik denetiminde sorunlar yaratabilmektedirler. Bu sorunların üstesinden gelebilmek için, dünya çapındaki sivil kuruluşlar IFF teknolojisini sivil hava trafik kontrol ortamlarına uyarlamışlardır. Bu ortamlarda IFF sistemi, SSR (Secondary Surveillance Radar) olarak adlandırılmaktadır.

Mod S (Selective), yoğun trafik ortamlarında Hava Trafik Kontrol sistemlerini (ATC) desteklemek için kullanılan bir gözetleme (Surveillance) ve veri linki sistemi olarak geliştirilmiştir.

Sistemin Sivil havacılıktaki uygulama şekilleri Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) tarafından, ICAO Annex 10 (Volume III ve IV) dokümanlarında tanımlanmaktadır.

Mod S sistemi ile; adresli sorgulama yeteneği, veri linki kabiliyeti ile uçağa ait uçuş bilgisi, hız, güzergah, hava durumu gibi bilgilerin aktarılabilmesi mümkündür. Bu sayede hava trafik kontrolü daha etkin yapılabilmektedir.

Mod S'te uçaklar kendilerine bir sorgulama yapılmadan dahi, kimlik ve uçuş durumları hakkındaki bilgileri

periyodik olarak yayımlayabilirler (Automatic Dependent Surveillance - Broadcast, ADS-B). Bu sayede daha iyi bir trafik kontrolü ve da az elektromanyetik kirlenme sağlanabilmektedir.

**TCAS (Traffic Collision Avoidance system):** Hava Trafik kazalarından korunma sistemleri, Bültenin 2014-3 sayısında anlatılmıştı.

### c) Veri Linki

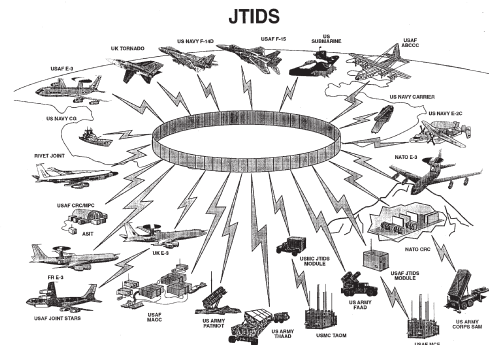
Ses, veri ve görüntünün eşzamanlı olarak iletiminde sağlanan gelişmeler savaş alanında büyük yeniliklere olanak sunmuştur. Bu olanaklardan en önemlisi ise link-16 sistemidir. JTIDS (Joint tactical information distribution system) veya MIDS (Multifunctional Information Distribution System) olarak da isimlendirilir.

Dost birimlerin kendi aralarında savaş ortamında kullanmak zorunda olduğu yaşamsal bilgiler link-16 bilgisayarlar arası veri değişimi formatı ile paylaşılır. Bu format aynı zamanda NATO ülkelerinin ordularının ortak bir veri paylaşım dilidir.

Link 16; 960-1215 MHz bandında çalışır, TDMA (Time Division Multiple Access) temelli, güvenli ve karıştırmaya karşı dirençli network radio sistemidir.



Yukardaki şekilde Viasat firmasının savaş uçaklarında kullanılan MIDS-LVT(1) - Link 16 Tactical Airborne Terminal görülmektedir



## Türkiye’de Haberleşme ve Tanıma Tanıtma Sistemlerinin Modernizasyonu

### d) VHF/UHF Hava ve Yer Telsizleri

ASELSAN MXF serisi VHF/UHF hava telsizlerini Amerikan Raytheon lisansı ile üretmektedir. Özellikleri şöyledir:

VHF/UHF Telsizleri, hava telsiz haberleşmesinin elektronik harp tehditlerinden etkilenmeden güvenli ve etkin bir şekilde yapılabilmesini sağlayan Have Quick I-II ve Saturn (opsiyonel) frekans atlama özelliklerine sahip telsizlerdir.

#### Hava Platform Telsizleri



Panel Monteli (MXF-483) ve uzaktan kontrollü tip (MXF-484)

olmak üzere iki farklı birimden oluşmaktadır. MXF-243A Uzak Komuta Kontrol Birimi, MXF-484 hava platform telsizlerinin uzak komutası için tasarlanmış olan ve telsizin tüm fonksiyonlarını kontrol edebilen bir cihazdır.

#### Yer Telsizleri



4300 VHF/UHF Yer Telsizleri, harekât ihtiyaçlarına göre, MXF-793 Sırt Telsizi, MXF-794 Araç Telsizi ve MXF-795 Sabit Merkez Telsizi birimlerinden oluşmaktadır.

### e) Milli Mod 5/S IFF Sistemi



ASELSAN, dost düşman tanıma tanıtma sistemi olarak bilinen Mod 5/S IFF sistemini, benim de içinde bulunduğum bir Ar-Ge projesi ile tümüyle yerli tasarım olarak geliştirmeyi başarmıştır. Sistem,

NATO’daki gelişmelere paralel olarak, STANAG 4193 uyumlu Mod 1, 2, 3/A, C, 4, 5 (Seviye 1 ve Seviye 2) ve Mod 5 sorgularına yanıt iletme kabiliyetine sahiptir.



Milli IFF Mod 5/S Sorgulayıcı ve Cevaplayıcı cihazları ile birlikte kullanılan “M5K Kripto

Birimi” TUBİTAK-BİLGEM tarafından geliştirilmiştir.

Milli IFF sistemi, F-4 uçakları ile Hava Savunma Radarlarına entegre edilerek test edilmiş olup uzmanlardan tam not almıştır. TSK envanterindeki mevcut cihazların Milli Mod 5/S’e yükseltilmesi amacıyla seri



üretim ve entegrasyon çalışmaları devam etmektedir.

Amerikan firması BAE lisansı ile üretilmekte olan AN/APX-123 Cevaplayıcı Birimi ile TSK’nın kısa vadedeki ihtiyaçlarının karşılanması hedeflenmiştir.

### a) Link-16 Taktik Veri Linki

2005’lerde, Türk Hava Kuvvetleri, mevcut F-16 Block 30/40/50 filosunu link-16 veri transferi sistemleri ile FMS kapsamında modernize ederek başlamıştır. Daha sonraları Savunma Sanayi Müstahzarlığı (SSM) önderliğinde

1) Lockheed Martin firması ile birlikte çalışabilirlik kavramı (Interoperability) oluşturulmuş,

2) HAVELSAN ile GENESİS, MİLSOFT ile ÇAVLIŞT, ASELSAN/METEKSAN ile KEMENT projeleri ile Link 16 çalışmalarına devam edilmiş.

3) VIASAT firmasından Link-16 terminal tedarik çalışmaları yapılmaktadır.

Sonuç olarak; Link 16 çalışmaları yazılım açısından kısmen milli, donanım açısında ise dışardan temin edilme yoluna gidilmiştir.

#### Kaynaklar:

- 1) Military Avionics Systems, Ian Moir, Allan G. Seabridge
- 2) <http://www.aselsan.com.tr/tr-tr/Sayfalar/default.aspx>
- 3) <http://uekae.bilgem.tubitak.gov.tr/tr/urunler/m5k-mod-4mod-5-kripto-birimi>
- 4) <http://1080plus.com/b8X4oP0EJxI.video>
- 5) <http://www.ssm.gov.tr>