

Okan Üniversitesi MYO

MUTK116

HAVA ARACI ELEKTRONİK ALETLERİ VE DİJİTAL TEKNİKLER

Ders Yürütücüsü:

Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

eren.kayaoglu@okan.edu.tr

DERS 8

MUTK116

Hava Aracı Elektronik Aletleri ve Dijital Teknikler

- **Web Sayfası:** okanuni.eren.xyz
- **Ders Notları:** Sunum Dosyaları + Önerilen Kaynaklar
- **İletişim:** E-Posta >>> eren.kayaoglu@okan.edu.tr

MUTK116 - Elektronik Alet Sistemleri ve DT

Ders Sunumları (.pdf) + Kaynaklar

<http://okanuni.eren.xyz>

Web adresinden indirebilirsiniz.

HABERLEŞME SİSTEMLERİ

Havacılık ve Uçaklarda Haberleşme Sistemleri

MUTK116 - Elektronik Alet Sistemleri ve DT

Haberleşme Sistemleri

- Haberleşme
- Diğer Güvenlik ve Emniyet Sistemleri
- Acil Durum Teçhizatları

Hava Durumu Tespit Sistemleri

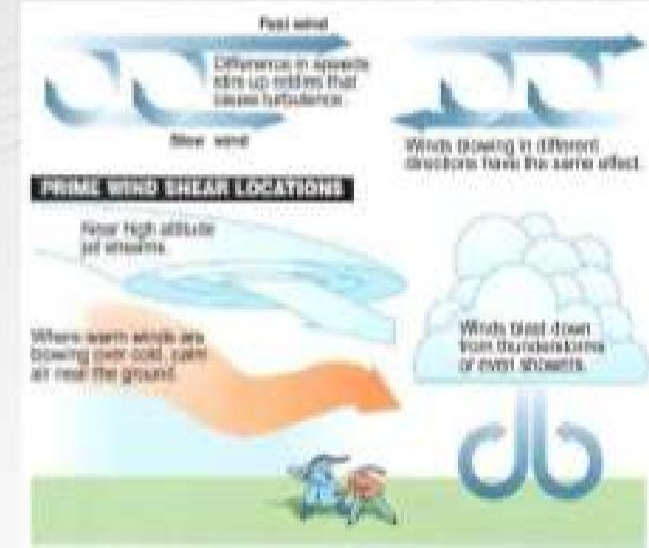
TCAS

TA ve RA

Hava Durumu Tespiti

❑ Hava araçları açısından tehlike oluşturan hava unsurları:

- **Türbülans:** Genellikle fırtına bulutlarının arasında oluşur. İki hava akımının farklı hızlarda akması sınırda türbülans oluşturmaktadır. Özellikle hava aracı inerken ve kalkarken çok tehlikelidir.(Windshear)



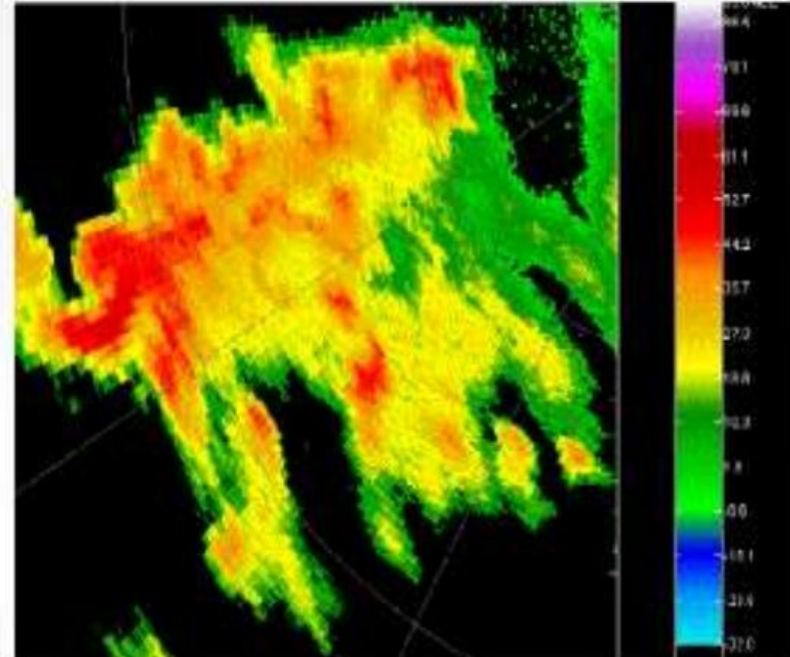
- **Fırtına (Thunderstorms):** Fırtınalar şimşek çakmasıyla birlikte geldiği için şimşek çakmaları fırtınaların bir habercisi olarak görülmektedir.

Hava Durumu Tespit Yöntemleri / Hava Radarı

- Ticari uçuşlarda bulundurulması gereken bir ekipmandır.
- Gönderilen sinyalin yansıması temelli bir çalışma prensibi vardır. Radar anteninden gönderilen bir sinyal bulutlardaki su damlacıklarına çarparak geri yansır. Radar alıcısı tarafından alınan bu yansılardan şiddetine ve yönüne göre radar ekranında fırtına bölgelerinin renkli bir taslağı çıkarılır.

✓ **Radar ekranındaki renk kodları:**

- ❖ Renklendirme için 5 renk kullanılır.
- ❖ Renklendirme ölçütü saatte düşen yağmur miktarıdır.
- ❖ Tehlike şiddetine göre artan sıralamada: siyah, yeşil, sarı, kırmızı ve magenta. Yeşil alanlarda uçulabilir, sarı bölgelerden kaçınılmalı, kırmızı ve magenta olan bölgelerin civarında çok dikkatli uçulmalıdır.



■ Türbülans tespit sistemi:

- ✓ İlk radarlar yağmur damlalarının düşey hareketini algılamakta daha sonraları yataydaki hareketler de algılanmaya başlamıştır.
- ✓ Yağmur damlalarının yataydaki hareketi kuvvetli rüzgarların güçlü bir sinyalidir.
- ✓ Yataydaki hareket, Doppler Shift metoduyla (Yansılardan frekansı yağmur damlalarının hareket yönüne göre değişmektedir) çalışan türbülans tespit sistemleriyle algılanmaktadır.



Şimşek Çakması Tespit Yöntemi

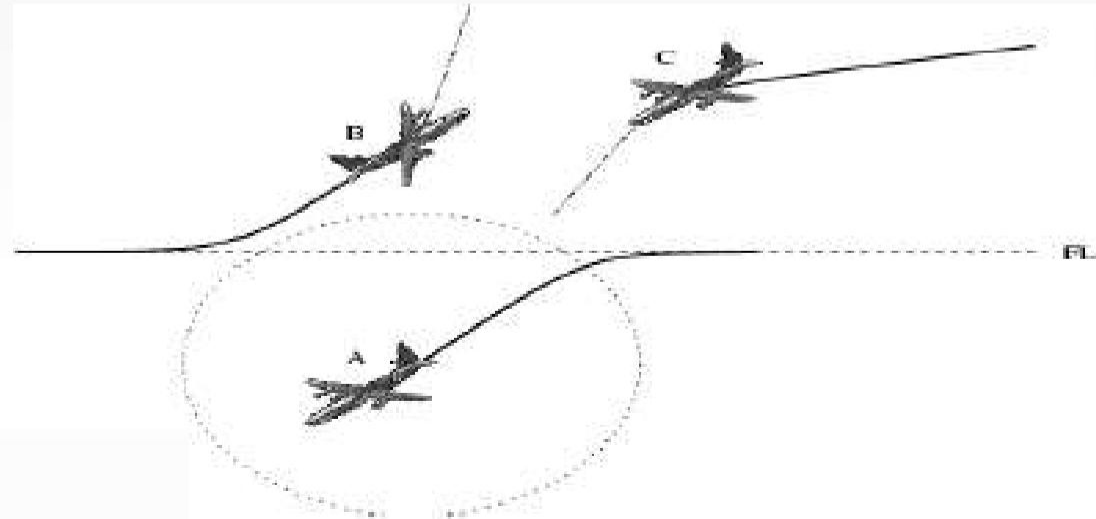
- Güçlü hava akımlarının hareketleri sırasında sürtünmenin etkisiyle oluşan statik elektriğin eşik değeri geçmesi ile bulutlar arasında veya bulutlarla yer arasında elektriksel boşalma olur. Bu esnada hava ısınır ve genişler, bunun sonucu olarak gök gürültüsü ve radyo sinyalleri yayılır.
- Oluşan bu radyo dalgaları türbülans noktasının göstergeleridir.
 - ✓ **Stormscope**
 - Radar anteni gerektirmediği için özellikle tek motorlu uçaklarda kullanılır.
 - Stormscope şimşek çakmasından dolayı oluşan radyo dalgalarının yoğunlaştığı frekans olan 50 kHz civarına ayarlanır. Elektronik ekranda her şimşek çaktığında bir nokta işaretlenir ve fırtına bölgeleri oluşturulur.
 - Şimşeğin yeri belirlenirken gelen radyo dalgalarının şiddetine bakılır. Uzakta ve şiddetli fırtına belirtisi olan dalgalar ile yakında ve zayıf olanların ayrımı ise dalgaların sıklığı ile anlaşılır. Büyük fırtınalar birim zamanda daha fazla şimşek çakması oluşturur.



Trafik Uyarı Sistemi ve Çarpışma Önleyici Sistem (TCAS)

- ❑ Temel bileşenlerinden olan transponder ile birlikte çalışır. Ama en önemli bileşeni TCAS işlemcisidir. İşlemci sistem yazılımını koşturur. Yaklaşık 40 mil menzildeki uçakların bilgisini alıp, hareketlerini izleyip çok kısa sürede işleyerek uygun komutları pilota iletir.
- ❑ Hava trafik kontrolden (ATC) bağımsız olarak iki uçak arasındaki koordinasyonu sağlar.

NOT: TCAS'a alternatif olarak GPS ve Uydu tabanlı çarpışma önleyici sistemler geliştirilmektedir.

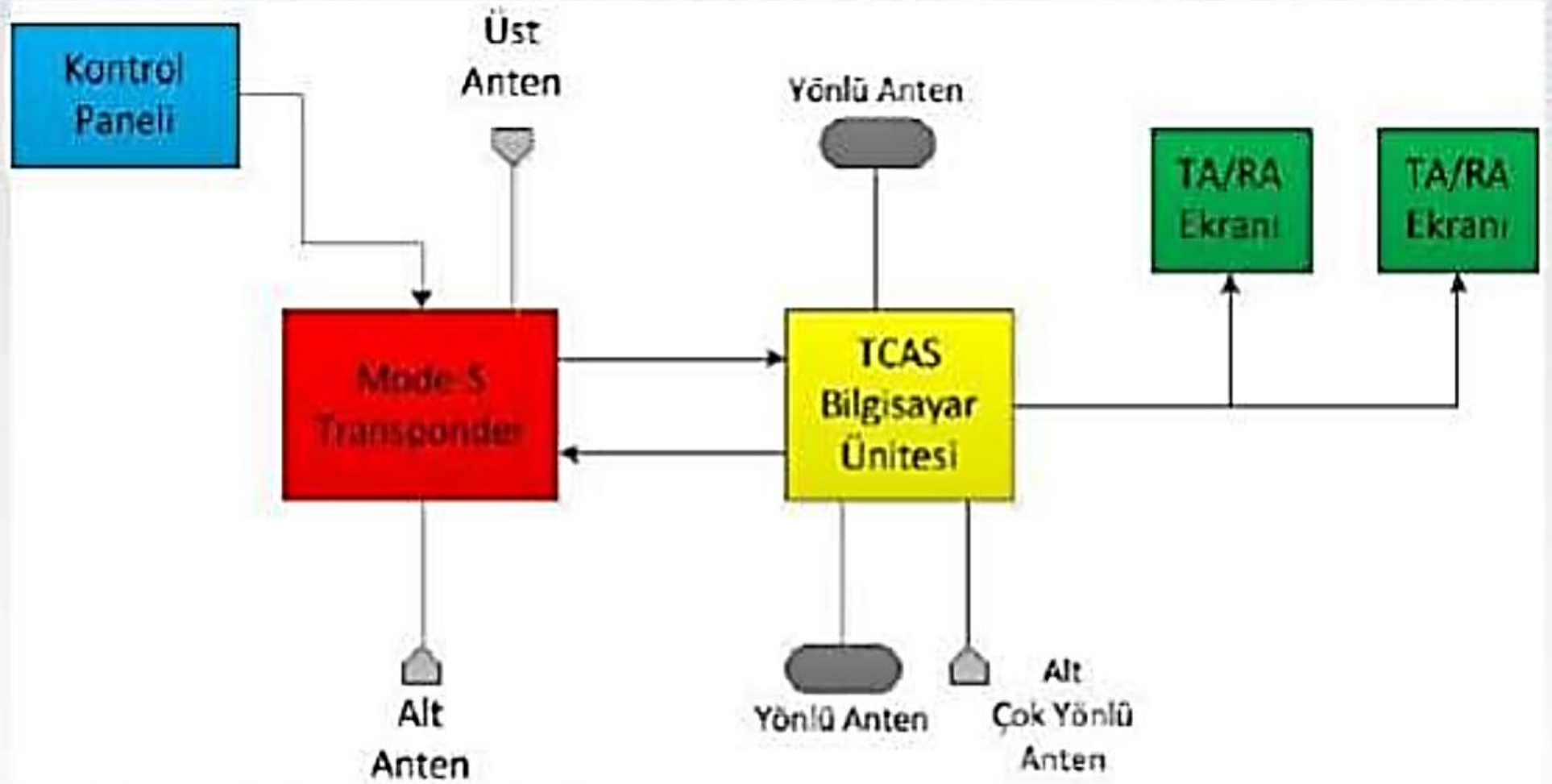


TCAS Çalışma Prensipleri

- ❑ Saniyede bir kez TCAS' ın transponder'ı otomatik olarak bir sorgulama yayımlar. Yayımlanan sinyal trafik gözetim radarının (SSR) yayımladığı sinyalin aynısıdır.
- ❑ Menzildeki uçaklar sorgulamaya yanıt verir.
- ❑ Birinci uçak gönderilen ve alınan sinyal arasındaki süre farkından diğer uçağa olan uzaklığını, sorgulama sonucu gelen bilgiden uçağın irtifasını ve yönlü antenlerle de yönünü belirler.
 - **NOT:** Eğer karşıdaki uçak Mode-S transponder'a sahip ise uçağın adres bilgisi de öğrenilebilir.
- ❑ Alınan bilgiler işlendikten sonra uzaklık değişim oranı hesaplanır ve buna göre çarpışma tehlikesi olup olmadığı belirlenir; eğer var ise uygun manevralar her iki uçağın pilotuna da iletilir. Koordinasyon bilgileri diğer uçağa datalink ile aktarılır.

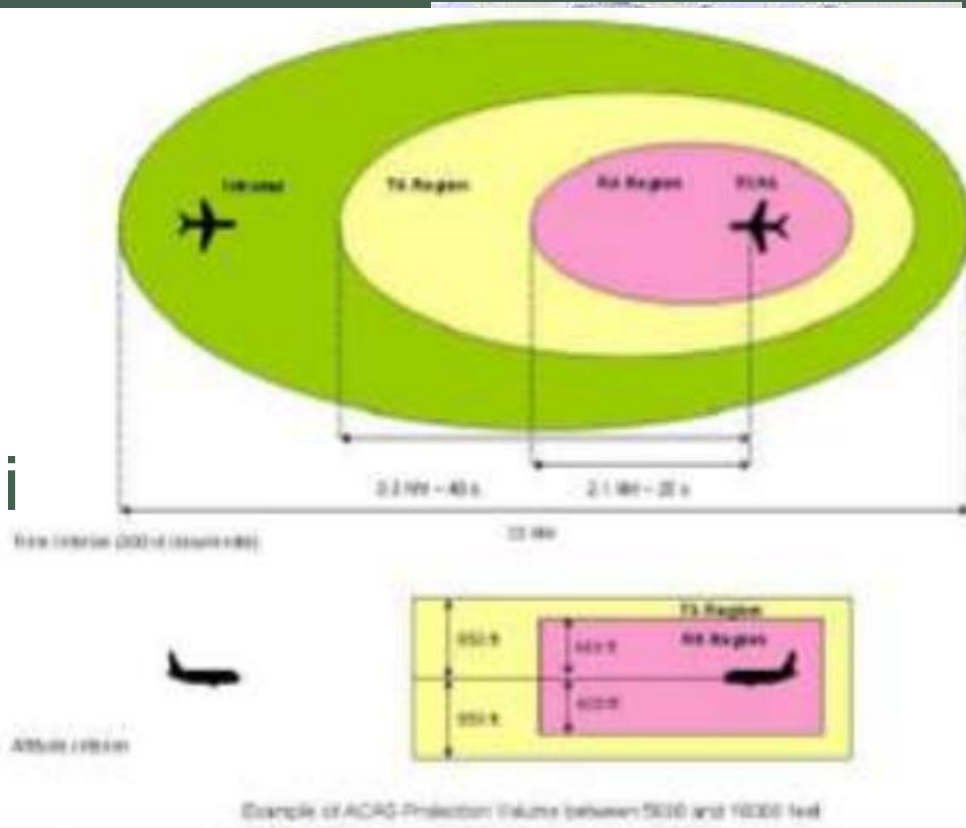


TCAS Sistemi ve Elemanları



- ❑ **Kontrol paneli:** TCAS ve Transponder fonksiyonlarını kontrol eder
- ❑ **Alt ve üst anten:** Transponder için geniş kapsama alanı oluşturur.
- ❑ **TCAS Bilgisayarı:** Toplanan verileri işler ve karar verir.
- ❑ **Yönlü Antenler:** Diğer uçağın yönünü belirler.
- ❑ **TA/RA Ekranı:** TCAS bilgisayar tarafından verilen uyarıları gösterir.

Trafik (TA) ve Çözüm Önerileri (RA)

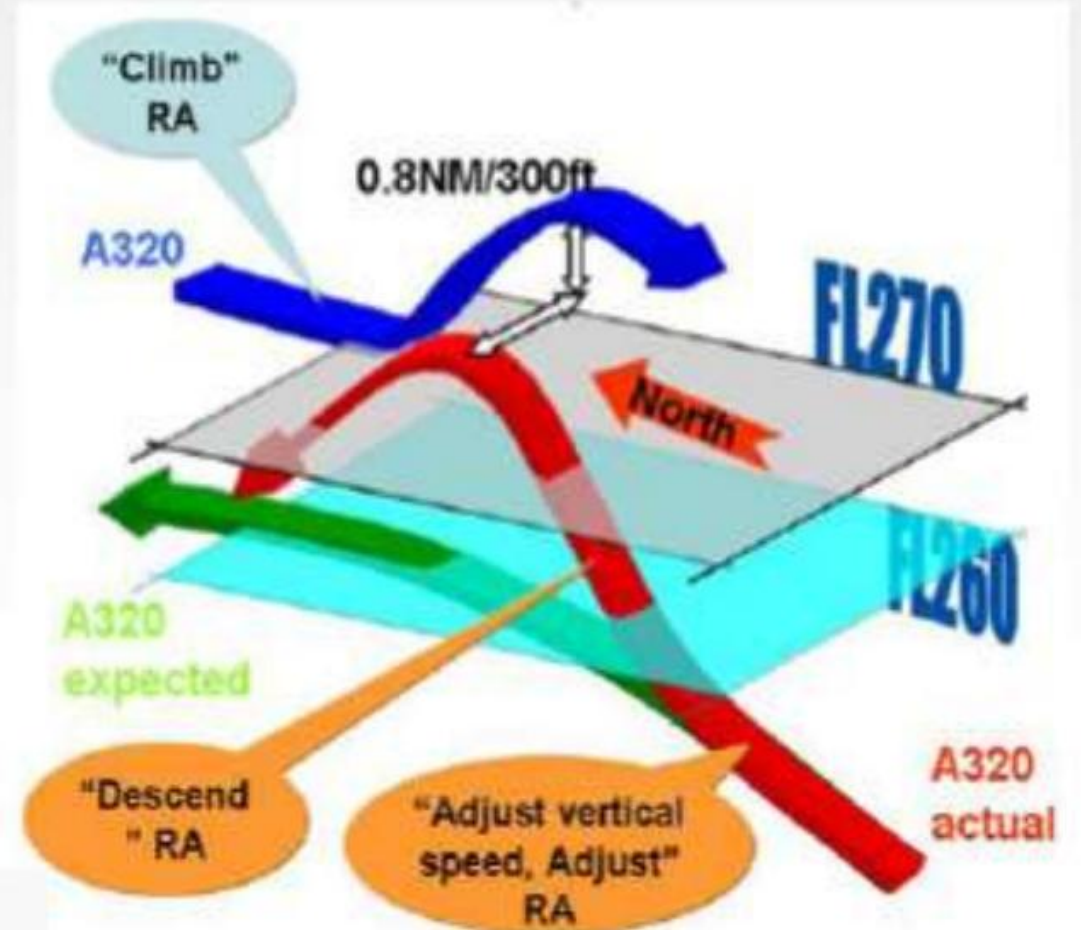


Trafik Önerileri (Traffic Advisory):

45 saniye mesafede muhtemel bir tehdit unsuru olduğunu belirtir. Pilotun tehlikenin farkında olmasını sağlar.

Çözüm Önerileri (Resolution Advisory):

Tehlikenin arttığıнын işaretidir. Tehdit unsurunun 30 saniye mesafede olduğunu belirtir. Pilota çarpışmayı önleyecek komutlar verir.



5.6.3.1. TCAS-I

- Sadece trafik önerileri sunar.
- Semboller, uyarılar ve ekran TCAS-II ile aynıdır.

5.6.3.2. TCAS-II

- Büyük ölçekli uçaklarda kullanılır.
- Çarpışma önleme yazılımı tam olarak koşturmaktadır; hem trafik (TA) hem de çözüm (RA) önerileri oluşturmaktadır.

5.6.3.3. TCAS-III

- Diğer sistemlerden farklı olarak yatayda da kaçma hareketleri sunmaktadır; fakat bu hareketler yeni çarpışma patikaları oluşturabileceği için kullanılmamaktadır.

COMMUNICATION SYSTEMS

Haberleşme Sistemleri

ICS

VHF

HF

SATCOM

Intercom

ATC

Haberleşme Sistemi

- Haberleşme sistemi;
 - Uçağın bir kısmından başka bir kısmına,
 - Uçak veya yer istasyonları arasında ses yada bilgi haberleşmesi,
 - Yolcu anons sistemleri,
 - İntercom,
 - Uçuş sırasındaki telefonlar,
 - Teyplerden oluşur.
- Uçaklarda iki ana tür haberleşme sistemi vardır. Bunlar:
 - Uçak içi haberleşme (Intercom) (ICS) :
 - Bu uçuş ekibinin kendi aralarında kulaklık-mikrofon setleri, telefon ve hoparlör anons sistemi ile yaptıkları haberleşmedir.
 - Dış haberleşme (Radio) :
 - Sivil ve askeri uçakların yer trafik kontrolörleriyle, hava alanlarıyla, komuta kontrol merkezleriyle ve diğer uçaklarla haberleşmesi radyo ile yapılır. Radyo dalgaları genel olarak frekanslarına göre aşağıdaki gibi gruplanır.

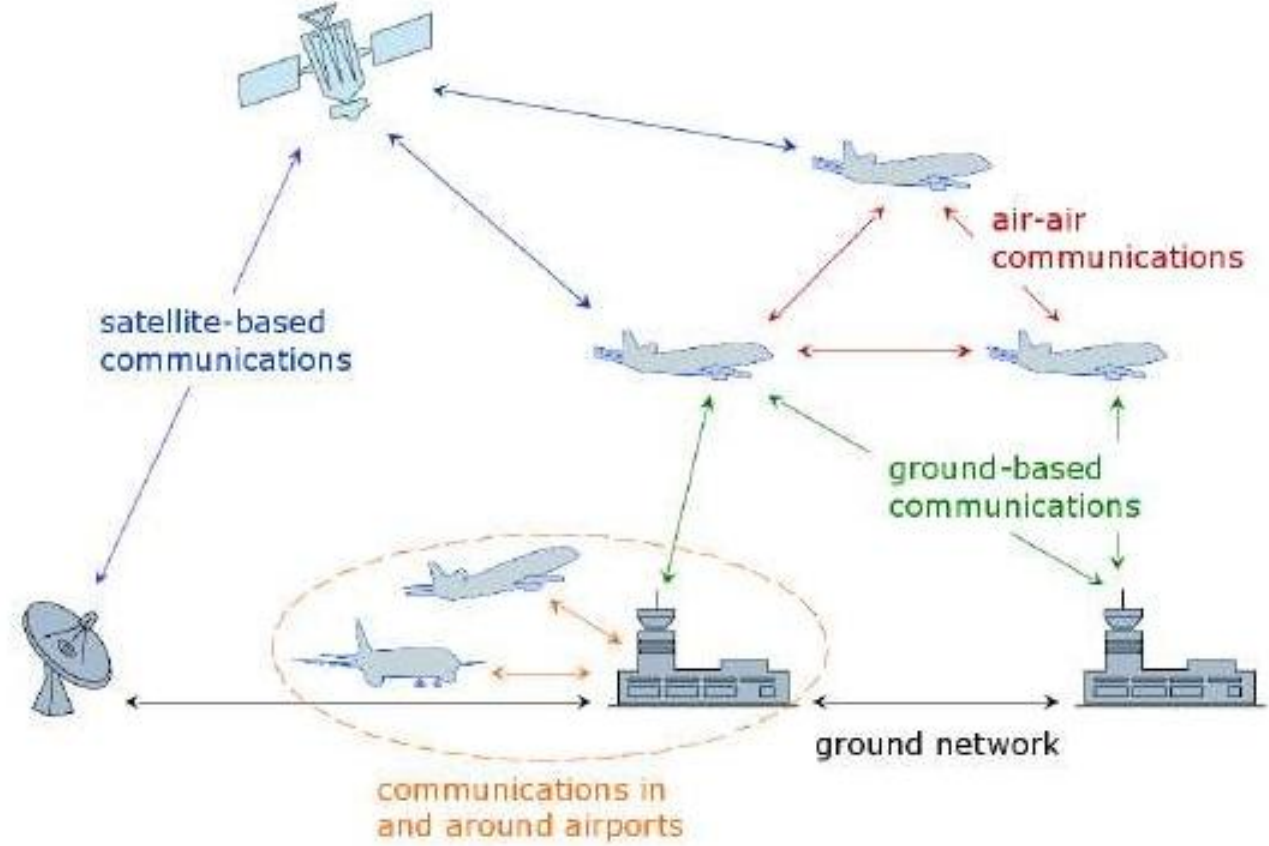
Havacılık Haberleşmesi

Sivil havacılığın en karmaşık ve temel unsurlarından üçünü kapsar.

- Havacılık iletişimi,
- Navigasyon,
- Gözetim,

Beş cilde bölünmüştür:

- Cilt I - Radyo Navigasyon Yardımları
- Cilt II - PANS statüsünde olanlar dahil olmak üzere İletişim Prosedürleri (possible assistance needed" or "pay attention now)
- Cilt III - Haberleşme Sistemleri
 - Bölüm 1 - Dijital Veri İletişim Sistemleri
 - Bölüm 2 - Sesli İletişim Sistemleri
- Cilt IV - Sürveyans Radarı ve Çarpışma Önleme Sistemleri (sürveyans: takip etme)
- Cilt V - Havacılık Radyo Frekansı Spektrum Kullanımı



(Radyo Frekans Aralıklarının Kullanımı)
(BTK: Bilişim Teknolojileri ve İletişim Kurumu)

Haberleşme Sistemi / Frekanslar

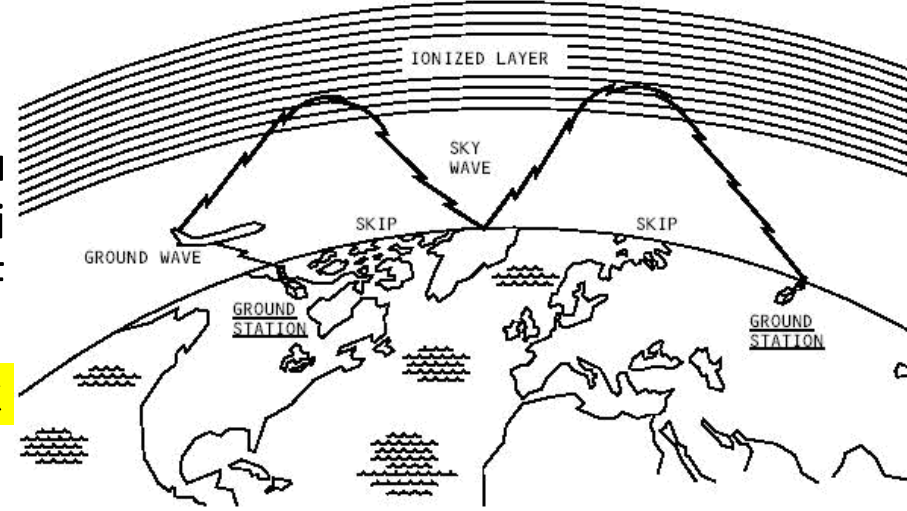
TANIMLAMA	KISALTMA	FREKANS	DALGA BOYU
Very Low Frequency	VLF	3 kHz-30 kHz	100 km-10 km
Low Frequency	LF	30 kHz-300 kHz	10km-1 km
Low/Medium Frequency	L/MF	200KHz-415KHz	10km-1km
Medium Frequency	MF	300 kHz-3 MHz	1 km-100m
High Frequency	HF	3 MHz-30 MHz	100 m-10 m
Very High Frequency	VHF	30 MHz-300 MHz	10 m-1 m
Ultra High Frequency	UHF	300 MHz-3 GHz	100cm-10cm
Super High Frequency	SHF	3 GHz-30 GHz	10cm-1 cm
Extremely HighFrequency	EHF	30 GHz-300 GHz	1 cm-1 mm

Haberleşme Sistemi

- **HF : Yüksek frekans.**

3-30 MHz arasındadır. HF sinyalleri dünyanın atmosferindeki **iyonosfer** tabakasından yansarak uzun menzilli haberleşmeyi sağlar. Bu nedenle uydu haberleşmeleri dışındaki uzun menzilli haberleşme HF radyo ile yapılır. Uçaklarda bulunan bir veya iki HF haberleşme sistemi **uzak mesafe haberleşmeyi sağlar.**

Bu sistem uçak-yer veya diğer uçaklar arasında ses haberleşmesini sağlar.

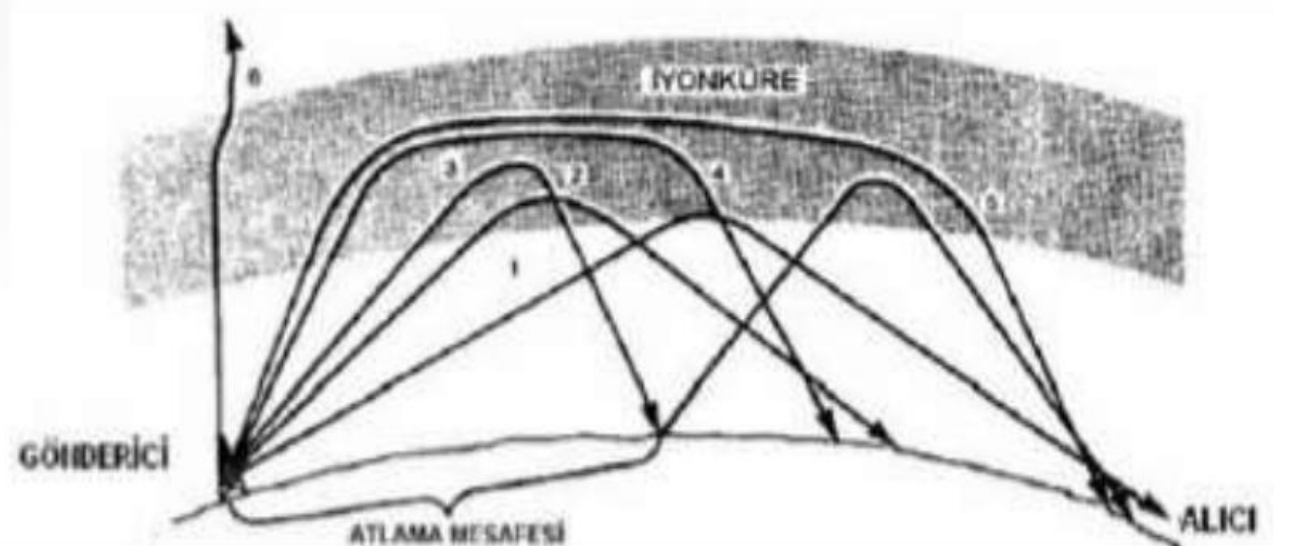


HF Haberleşme Sistemi

- ❑ Deniz aşırı yolculuklarda VHF'in haberleşme alanı yeterli olmadığı için HF haberleşme kullanılır
- ❑ Frekans aralığı: 2 – 30 MHz
- ❑ Yaklaşık 3000 km dahilinde haberleşme sağlar



- ❑ Denizaşırı yolculuklarda iyon küreyi kullanarak haberleşme sağlar
- ❑ Yeryüzü koşullarından çok etkilenmez
- ❑ Ses kalitesi VHF haberleşmeye göre daha düşüktür



HF Haberleşmenin Avantajları

Haberleşme Sistemi

- **VHF : Çok yüksek frekans.**

30-150 MHz arasındadır. VHF sistemi normal veya şifreli olarak AM (Amplitude Modulation) veya FM (Frequency Modulation) bantlarında hava- hava, hava- yer haberleşmesini sağlar. Savaş uçaklarında yer kuvvetleriyle haberleşmede kullanılır. Uçaklarda bulunan iki adet VHF telsiz haberleşme sistemi **kısa mesafe** haberleşmeyi sağlar. Bu sistemler No:1 ve No:2 olarak isimlendirilir.

Ticari havacılık VHF haberleşmeleri için frekans bandı 118.000 ile 136.975 MHz arasında tahsis edilmiştir. Her bir VHF haberleşme sistemi antenden geçerek RF (Radyo Frekans) enerjisini alır. RF enerjisini işler ve sonuçta dijital audio kontrol sistemine ve SELCAL (Selective Calling) sistemine ses sinyalini gönderir. İşletim süresince kokpitteki mikrofon ses sinyali VHF haberleşme sistemi vasıtasıyla işlenir ve RF enerjisi antenden geçerek gönderilir.

▶ Hava Trafik Kontrol (ATC) amaçlı konuşmalarda ve Hava Aracı Haberleşme ve Raporlama Sistemi (ACARS) amaçlı operasyonlarda kullanılır

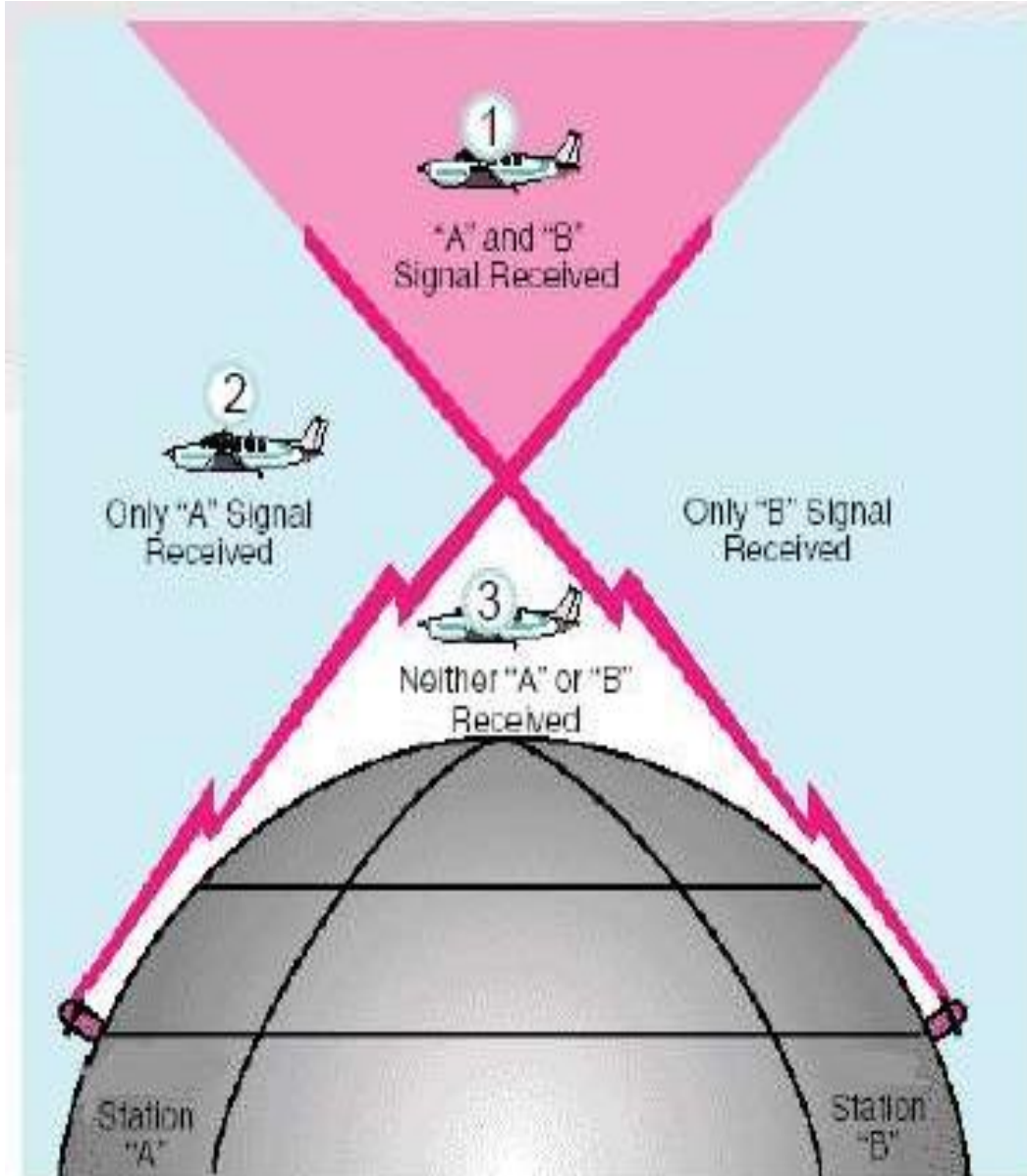
▶ **Kanal Aralığı (Channel Spacing):** Frekans bandındaki kanal sayısının arttırmak amacıyla iki kanal arasındaki frekans aralığının belirlenmesidir.

□ Line of sight (görüş alanı) haberleşme
yaklaşık 200 km

Frekans Bandı (MHz)	Kipleme Türü	Kanal Aralığı (kHz)
30-87.975	FM	25
108-117.975	AM (Sadece Alıcı)	25
118-136.975	AM	8.33/25
137-155.975	AM	25
156-173.975	FM (Denizcilik)	25

VHF Haberleşme

Görüş Alanı Haberleşme



1 numaralı uçak her iki istasyonun da görüş alanında olduğu için ikisinden (A ve B) de alabilir. 2 numaralı uçak sadece A istasyonundan veri alırken 3 numaralı uçak hiç veri alamamaktadır.

Haberleşme Sistemi

- **UHF: Ultra yüksek frekans.**

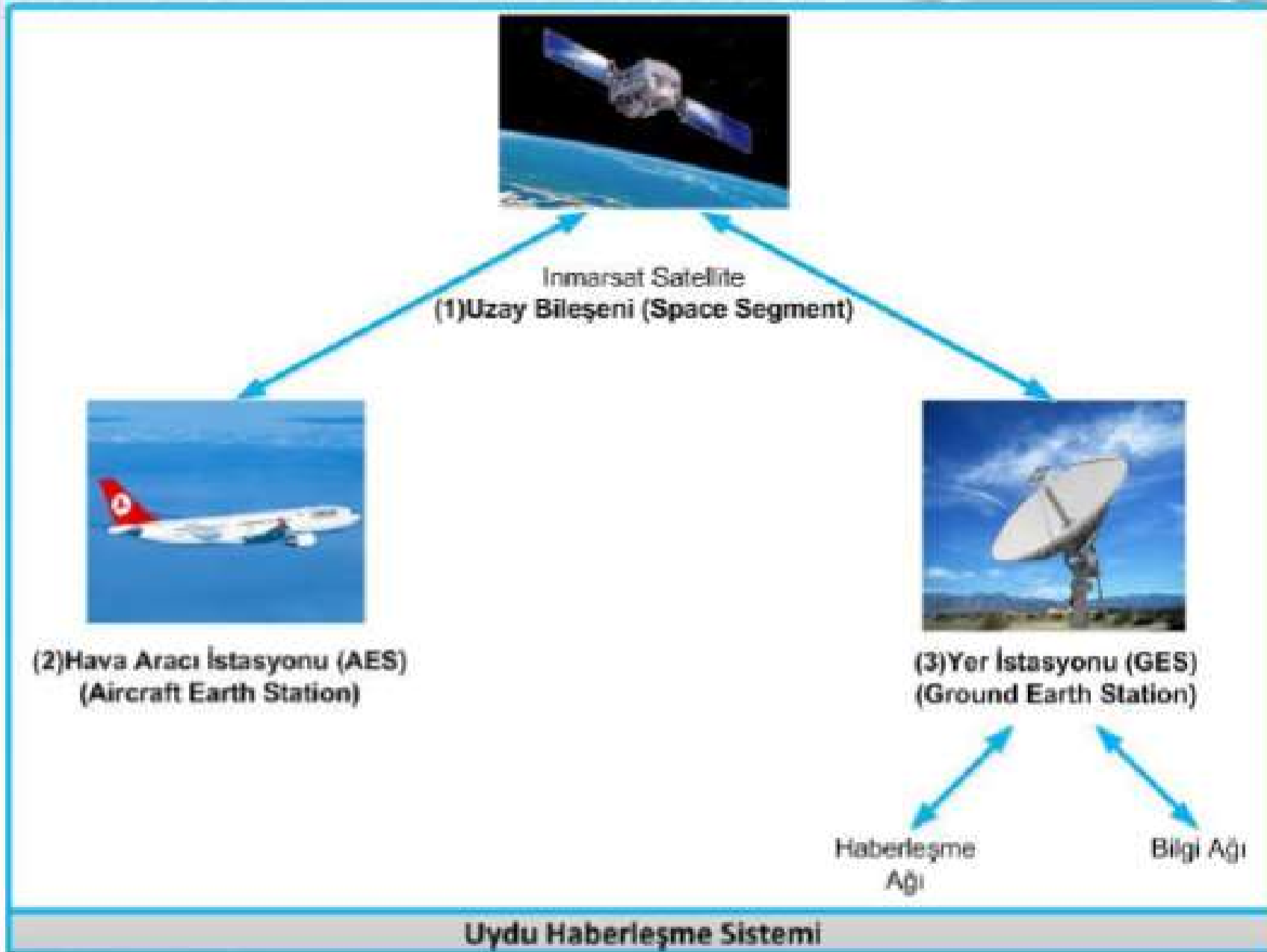
150-400 MHz arasındadır. Özellikle askeri uçaklarda en yaygın olarak kullanılan haberleşme sistemidir. Normal veya şifreli yayın yapılabildiği gibi elektronik karıştırmaya karşı önlemleri sistemlerde kullanılır. AM bandını kullanır ve hava-hava, hava-yer haberleşmelerinde kullanılır. Antenlerin birbirini görmesi gerekmektedir.

Alçak (LF), orta (MF) ve yüksek frekans (HF) radyo dalgaları atmosferin üst katmanlarına çarpıp yansıtılarak daha uzun mesafelere gidebilirler. Bundan dolayı LF, MF ve HF bantlarında alıcının verici anteni direkt görmesi gerekmez. Ama bu aralıkta radyo dalgaları dış etkenlere hassas olup parazitlidirler. Çok ve ultra yüksek frekans radyo dalgalarında (VHF ve UHF) ise alıcının verici anteni direkt görmesi gerekir. Arada engeller arazi olmamalıdır. Menzili de verici gücüne bağlı olarak engebeleri kısadır. Ama diğer üstün özellikleri nedeniyle günümüz uçaklarında VHF ve UHF kullanılır.

Satellite-Comm. (SATCOM) / Uydu Haberleşme

- Atmosferik etkileşim gözlenmez
- Kısıtlı bant genişliği söz konusu değildir
- Elektriksel gürültü ve hava koşullarından etkilenmez
- Dijital sinyaller kullanılır
- Hem bilgi hem ses aktarımına elverişlidir
- Ses sinyallerinin şifrelenmesini desteklemektedir
- HF / VHF haberleşmelere alternatif gösterilmektedir

Uydu Haberleşmenin Ana Elemanları



Haberleşme Sistemi

- PA (Passenger Address) Sistemi

Kabinde bulunan hoparlörler üzerinden yolculara anons yapmaya ve müzik dinletmeye yarar. Bu sistem ayrıca çağrı amacı ile hoparlör üzerinden „chime“ sesi verir. PA amplifikatörü vasıtasıyla ses girişleri için birinci öncelik pilotlara ikinci öncelik hosteslere ve son olarak bant kayıtlarına verilir. En yüksek öncelikli ses yükseltilir ve yolcu kabin hoparlörlerine, hostes hoparlörlerine ve dijital audio kontrol sistemine dağıtılır. Gönderilen chime sinyalleri aynı anda PA üzerinde ses yayını varsa bu ses ile birlikte karıştırılarak gönderilir.

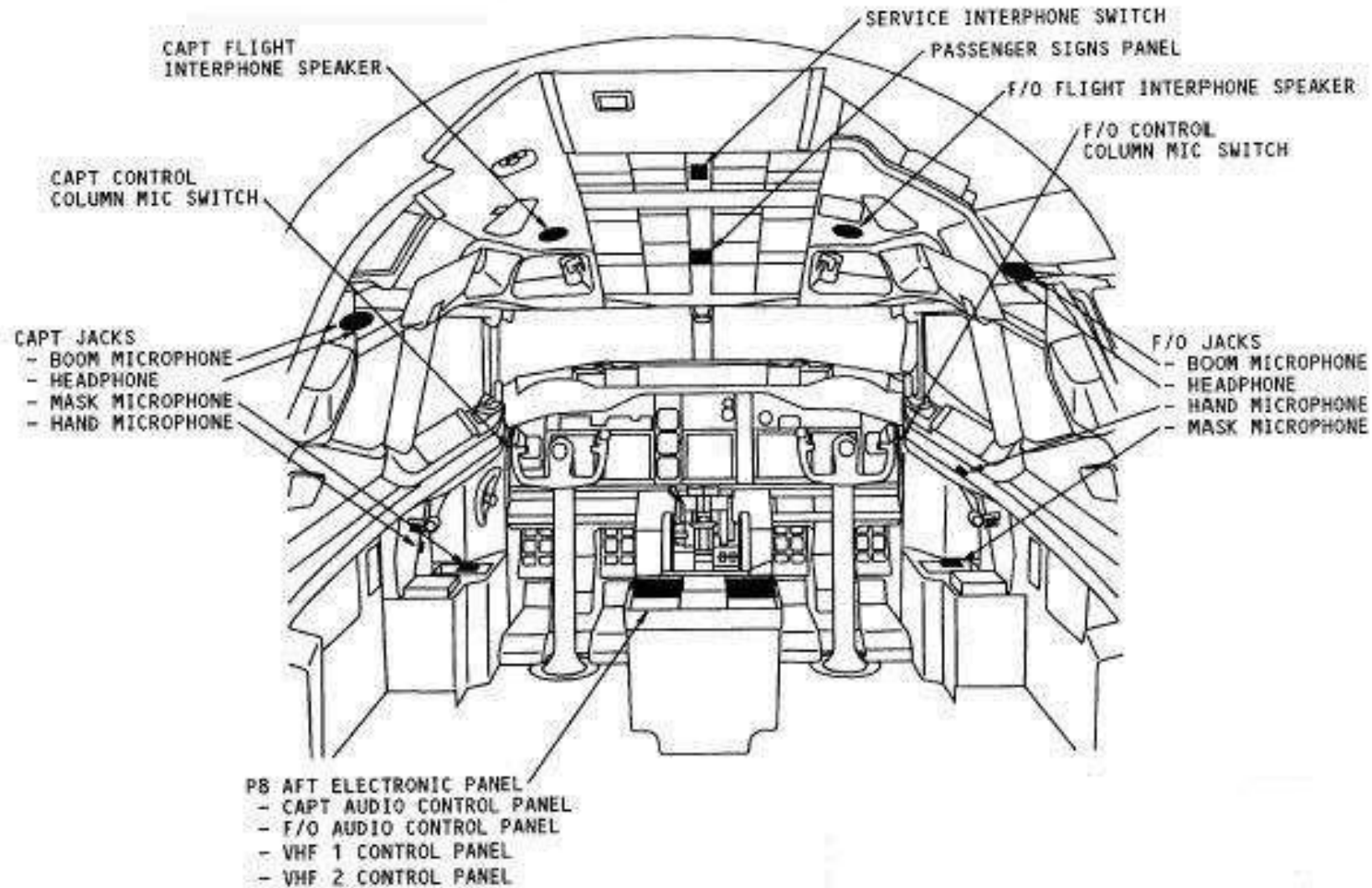
Inter Comm. Sys.

İç Haberleşme Sistemi (ICS)

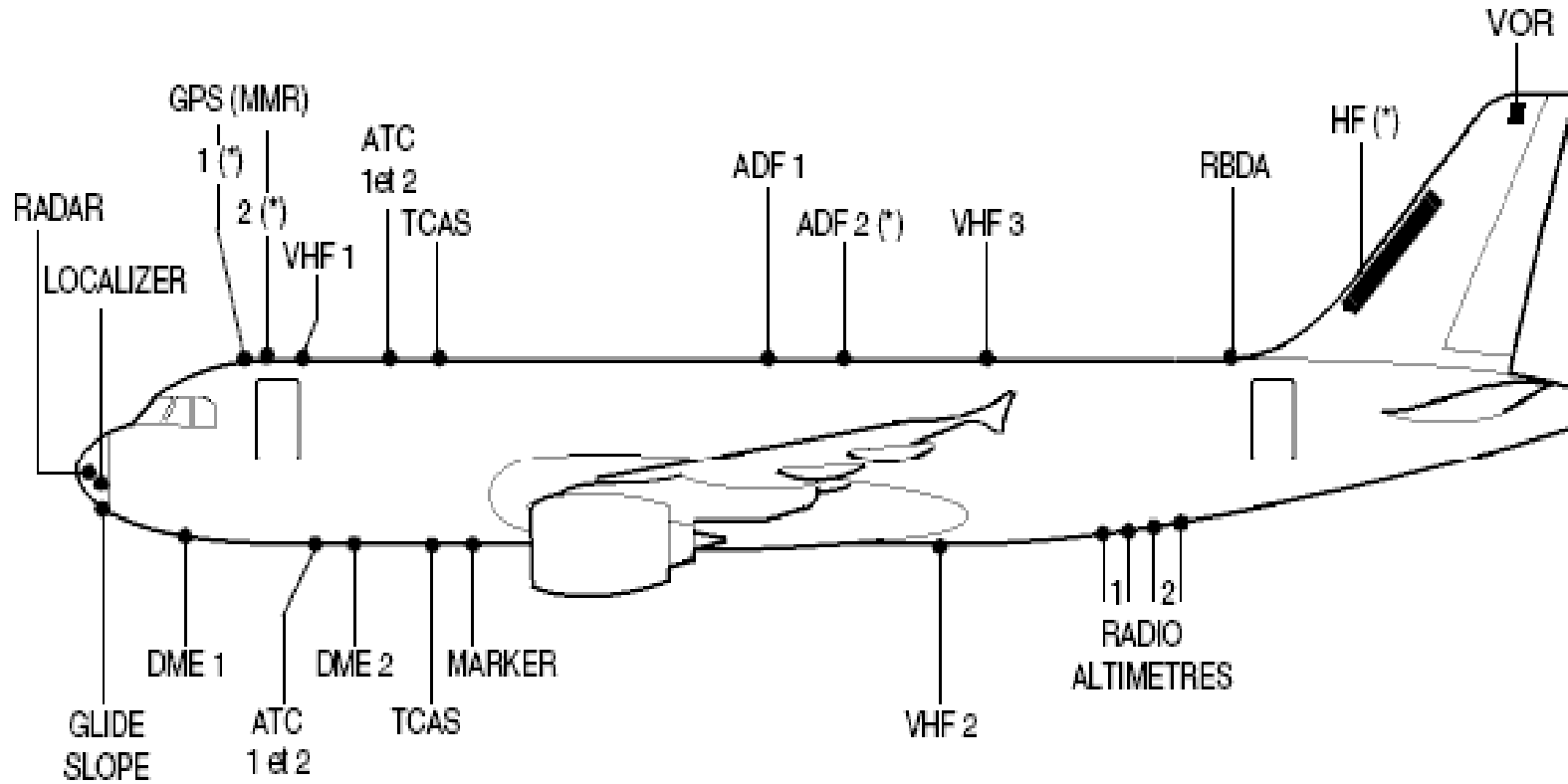


- ❑ Pilotlar arasında ve pilot ile yer görevlisi arasındaki iletişimi sağlayan sistemdir.
- ❑ Ses Kontrol Seçici Paneller (Audio Control Selector Panel) vasıtasıyla bu iletişim sağlanır.
- ❑ ICS sistemi aslında bu panellerin çift yönlü INPH (interphone) kablolarıyla birbirine bağlanmasından oluşur.

Haberleşme Sistemi

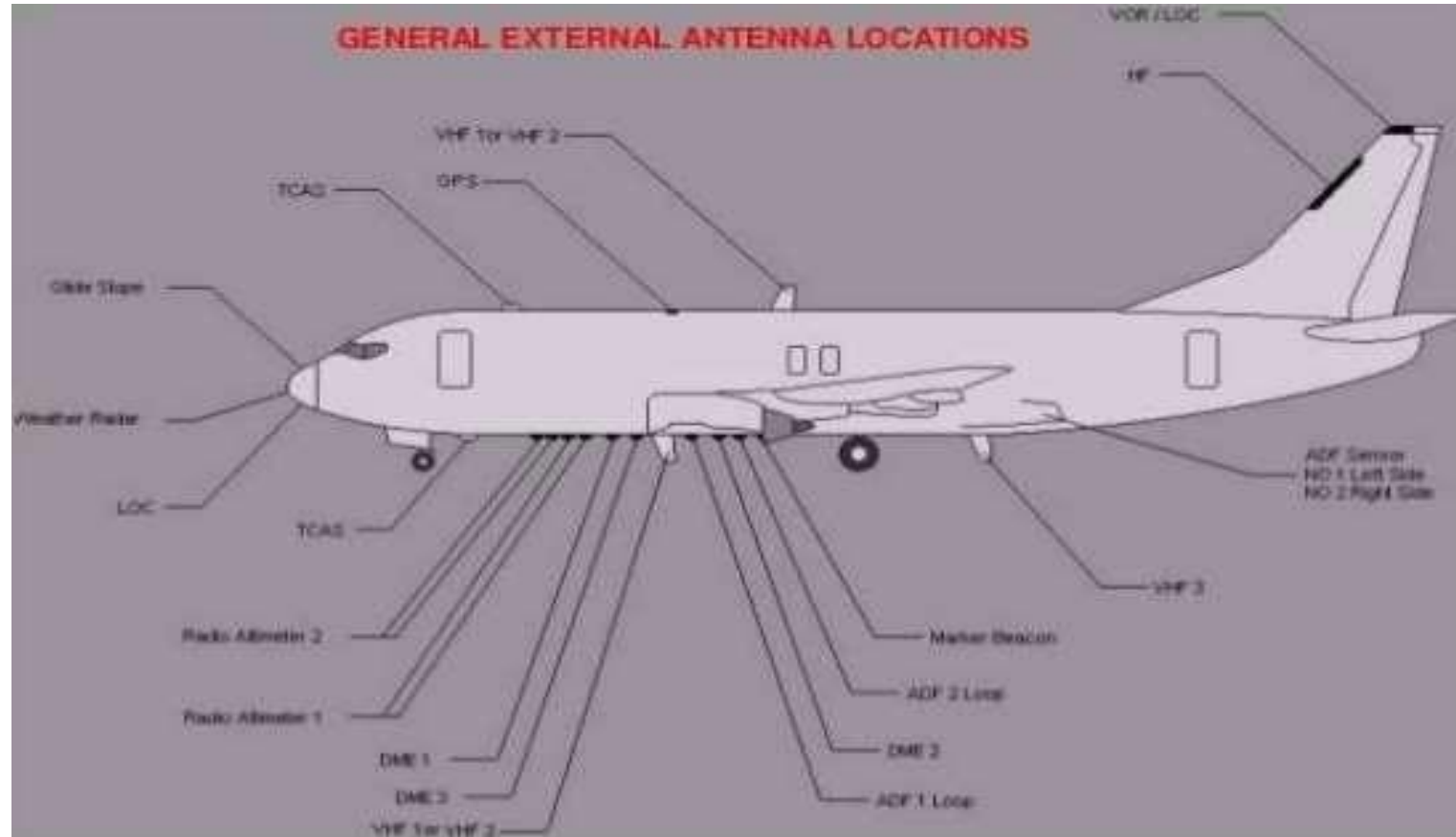


Haberleşme Sistemi



AIRBUS-320 ANTEN SİSTEMİ

Haberleşme Sistemi



BOEING-737 ANTEN SİSTEMİ

Hava Trafik Kontrol (ATC)

Hava Trafik Hizmetleri, Hava Trafik Kontrolü, uçuş bilgileri ve uyarı servislerinin kurulması ve işletilmesi ile ilgilidir.

Hava trafik hizmetlerinin amaçları:

- Uçaklar arasındaki çarpışmaları önlemek,
- Manevra sahasındaki uçaklar ve bu alandaki engeller arasındaki çarpışmaları önlemek,
- Düzenli hava trafik akışını hızlandırmak ve sürdürmek,
- Uçuşların güvenli ve verimli bir şekilde yürütülmesi için faydalı tavsiye ve bilgi sağlamak,
- Arama kurtarma yardımına ihtiyaç duyan uçaklara ilişkin uygun kuruluşları bilgilendirmek ve bu tür kuruluşlara gereken şekilde yardımcı olmak,



EMERCENSİ TEÇHİZATLAR

(Emergency Equipment)

Acil Durum Cihazları

CVR - FDR - ULD - ULB

Kokpit Ses Kaydedici (*Cockpit Voice Recorder - CVR*) Uçuş Bilgisi Kaydedici (*Flight Data Recorder - FDR*)

- ❑ Uçuş esnasında yapılan kayıtlar kazaların sebeplerinin tespitinde çok büyük önem taşır.
- ❑ Yapılan kayıtlar aynı zamanda ortaya çıkabilecek olan problemlerin de ön habercileridirler. Böylelikle hem önlem alınabilmekte hem de bakım onarım masrafları düşürülmektedir.
- ❑ İlk zamanlarda kayıtlar banda kaydedilirken teknolojinin gelişmesi ile birlikte dijital belleklere kaydedilmeye başlanmıştır.



Kokpit Ses Kaydedici (*Cockpit Voice Recorder - CVR*)

Temel özellikleri:

- 30 dakika süreyle kayıt yapmaları yasalarca belirlenmiş bir gerektir. Otuzuncu dakikadan sonra ilk dakikadan başlayarak eski bilgiyi silip yenisini kaydetmeye devam eder.
 - ✓ 30 dk Amerikan yasalarınca belirlenmiştir. Bazı ülkelerde bu gereklilik 120 dakikadır.
- Sistem yerde veri silinmesini de desteklemektedir; ancak uçuş esnasında veri silinemez. Bu 'weight-on-wheels' özelliği ile garanti altına alınmıştır.
- Dijital belleklerle birlikte, ses kaydediciler birkaç parçası dışında çok sık bakım gerektirmez.



Kokpit Ses Kaydedici (*Cockpit Voice Recorder - CVR*)

Ses Kanalları:

- **Eylemsizlik Anahtarı (Inertial Switch):** Uçağın kazadan sonra ses kaydına devam edip kaza öncesi kayıtları silmesini önlemek amacıyla kaza anındaki yüksek G-kuvvetini algılayan ve kaydedicinin güç kaynağı ile bağlantısını kesen sistemdir.

Ses Kanalları: Kokpit ses kaydedici 4 adet ses kanalını desteklemektedir.

- **Kaptan Pilot (Captain):** Kaptan pilot tarafından kullanılan bütün mikrofonların ses kaydediciye aktarıldığı kanaldır. Haberleşme görüşmelerinin kayıt altına alınmasını sağlar.
- **Yardımcı Pilot (Co-pilot):** Kaptan pilot sisteminin aynısıdır.
- **Kokpit Mikrofonu (Cockpit Area Mike):** Kokpitteki seslerin kaydedilmesini sağlar.
- **Yolcu Kanalı (Public Address/PA):** Mürettebat tarafından yolculara yapılan duyuruları ses kaydediciye aktarır.



Uçuş Bilgisi Kaydedici (*Flight Data Recorder - FDR*)

- Büyük hava araçlarında dijital uçuş bilgisi kaydedicilerinin bulundurulması bir gerekliliktir.

Temel özellikleri:

- Uçakların büyüklüğüne göre bu uçaklarda kaydedilen parametre sayısı da değişmektedir. 2002 den önce üretilen uçaklarda 22-57 parametre kaydedilirken, sonrakilerde 88 parametrenin kaydının yapılması kararlaştırılmıştır.
- Kaydediciler gelen analog sinyalleri dijital sinyallere çevirerek dijital belleklere (solid-state memory) kaydederler.
- Dijital bellekler kullanıldığı için bakım sıkıntısı yoktur.
- Ortalama 25 saatlik uçuş bilgisi kaydederler ve kazadan sonra 20000 saat bu bilgiyi saklayabilirler.



Su Altı Yer Tespit Cihazı (ULD / ULB)

Temel özellikleri:

- ❑ Su altında ses ve uçuş bilgisi kaydedicilerin yer tespitini sağlayacak olan, kaydedicilere takılan cihazdır.
- ❑ Her kaydedicide bir tane bulunur; ancak iki kaydedici bir arada ise ve kaza sırasında ayrılması mümkün değilse bir tane de yeterli olur.
- ❑ Cihaz ıslandıktan sonra aktive olur ve 37.5 kHz frekanslı ultrasonik bir ton yayar.
- ❑ Cihazın su altına girdikten sonra 4 saat içinde bu tonu yaymaya başlaması ve bunu en az 30 gün boyunca sürdürebilmesi gerekmektedir.
- ❑ 20000 feet derinliğe kadar işlevini yerine getirebilmelidir.



Acil Durum Yer Tespit Ünitesi

❑ Hava araçlarının, kaza anında kazayı algılayan ve acil durum sinyalleri gönderen acil durum yer tespit üniteleri bulundurmaları yasalar tarafından belirlenmiştir.

❑ Cihazın yılda bir kez bakımının yapılması düzenlemelerce belirlenmiştir. Bu bakımda yüklemelerin doğruluğu, batarya ve çarpışma sensörlerinin durumu kontrol edilir.

NOT: Cihazın üzerindeki ok işareti cihazın hava aracının hareketi yönünde takılması gerektiğini belirten bir işarettir. Cihazın belirtilen yönde takılması doğru bir şekilde çalışması için önemlidir. Helikopterlerdeki kaza algılama sensörleri 6 farklı yönde cevap verirler.



Acil Durum Sinyalleri

- ❑ Acil durum ses sinyali frekansı:
 - 121.5 MHz → Sivil Havacılık*
*2009'da terk edilmiştir
 - 243.0 MHz → Askeri Birimler
- ❑ 406.0 MHz → Daha sonra geliştirilmiş ve diğer iki acil durum ses sinyallerinin verdiği bilgiyi de kapsayan dijital veri taşıyan acil durum sinyal frekansıdır.



- ❑ Acil durum belirten bu sinyaller Cospas-Sarsat uydu sistemi tarafından algılanır. Bu uydu sistemi aynı zamanda yer istasyonları, görev kontrol ve kurtarma koordinasyon merkezleri tarafından desteklenmektedir.

Acil Durum Sinyalleri

❑ **Geosar Uyduları:** Leosar uyduları tüm dünyayı kapsamalarına rağmen her noktada sürekli bir izleme oluşturamazlar. Bunu sağlayan dünyaya göre sabit Geosar uydularıdır.

- Kapsama alanı daha kısıtlıdır.
- Sabit oldukları için Doppler Shift kullanamazlar. Bundan dolayı ELT üzerindeki GPS'ten veya uçak üzerindeki harici bir GPS'ten bilgi almaları gerekmektedir.



NOT:

❑ **Yer tespitindeki hata payları**

- İlk sistemler (121.5 ve 243 MHz) → 25 km
- 406 MHz (Doppler Shift kullanarak) → 1.6-4.8 km
- 406 MHz (GPS kullanarak) → 0.1 km

❑ 121.5 ve 243 MHz ses sinyalleri ile yapılan yer tespitlerinde kesin bilgiye ulaşılmadan harekete geçilmezken; 406 MHz sistemindeki kayıt sistemi sayesinde kimlik bilgileri dijital mesaj olarak iletilmekte, böylece yanlış alarmların önüne geçilerek zaman kaybı en aza indirilmektedir.

Uçuş Veri Analizi (*Flight Data Analysis – FDA*)

Flight Data Analysis (FDA) nedir?

Uçuş işlemlerinin emniyetini artırmak için kayıtlı uçuş verilerini analiz etme sürecidir.



ICAO, kalkış ağırlığı **20.000kg**'den fazla olan veya maksimum kalkış ağırlığı **27.000kg**'den fazla olan uçaklarda Uçuş Veri Analiz Programı (PDAP) bulundurulmasını tavsiye etmektedir.

Helikopterlerde bu eşik 7.000kg veya 9 yolcu kapasitesidir.

Elektronik Alet Sistemleri ve Dijital Teknikler

ACARS - ARINC



ACARS

Aircraft Communications
Addressing
and
Reporting System
(ACARS)

Uçak Haberleşmeleri
Adresleme
ve
Raporlama Sistemi



ACARS

- Ticari hava yolları kar elde etmek amacıyla kurulmuş işletmelerdir. Faaliyetlerin etkin yürütülebilmesi için hava aracından sürekli anlık bilgiye gereksinim duymaktadırlar. Bu uçuş faaliyetinin normal seyrinde ilerlediği bilgisi olabildiği gibi, hava aracının uçuş faaliyetini olumsuz etkileyen bir oluşumun önceden bildirilerek önlem alınmasını sağlamak da olabilir.



ACARS

- Hava araçları dijital sistemler ile entegre edilmeden önce; hava aracı ile yer personeli arasında uçağa ait anlık veriler ve uçakta meydana gelen arızaları ilgili bakım birimlerine iletilmesi kokpit ekibi tarafından telsizler aracılığıyla sözlü olarak yapılıyordu.
 - Uçak kapıdan ayrıldı.
 - Uçak kalkışta.
 - Uçak iniş yaptı.
 - Uçak park yerinde gibi durumların hepsinde uçuş ekibi ve kabin ekibi yer birimi ile iletişim halindeydi. Bu durum uçuş ekibi üzerindeki iş yükünü artırıyordu. Ayrıca ekip tarafından verilen bilgi gerçek zamanlı olmayabiliyordu ya da bilginin doğruluğu kesin değildi.

ACARS

- Hem uçuş ve kabin ekibinin iş yükünü azaltmak hem de bilgi doğruluğunu artırmak için 1978 yılının **ARINC** firması tarafından

ACARS;

(**A**ircraft **C**ommunications **A**ddressing and **R**eporting **S**ystem)

(Uçak Haberleşmeleri Adresleme ve Raporlama Sistemi) sistemi geliştirildi.



ACARS

- İlk geliştirildiği zamanda adı 'ARINC Communications Addressing and Reporting System' olan sistem daha sonra ARINC kısmı Aircraft olarak değiştirildi.
- İlerleyen yıllarda; ACARS dijital databus arayüzü, **MCDU** (Multifunction Cockpit Control Unit) ve yazıcı (Printer) ile birlikte uçak kokpitine dahil edildi.
- Uçak üzerinde pilotların bilgi göndermelerini ve gelen bilgileri görüntülerini MCDU üzerindeki gösterge sisteminden sağlarken, yazıcıdan da çıktı alabilme olanağına sahiptir.



ACARS

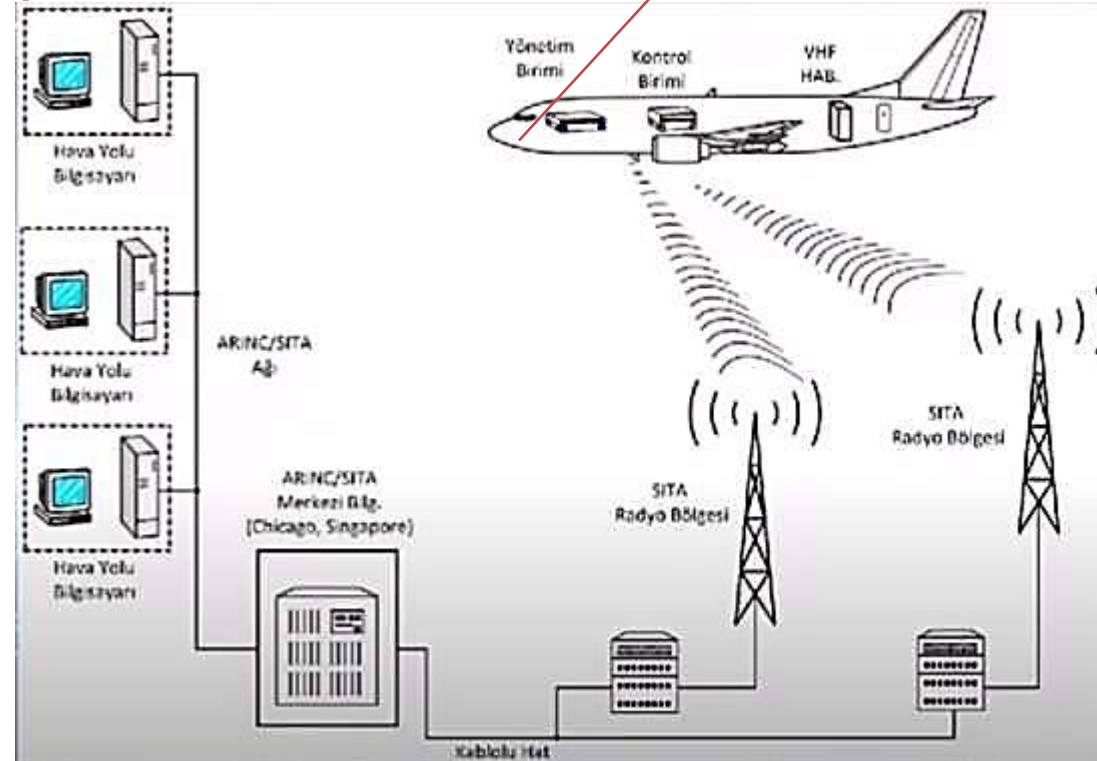
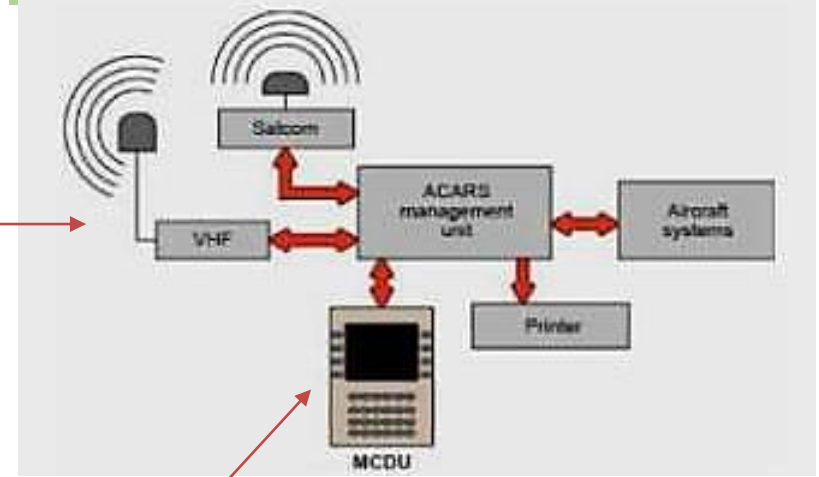
- ACARS; uçağın yer verileri, havadaki performans bilgileri, motor parametreleri, yakıt miktarı ve uçakta meydana gelen arızaları, program sayesinde **otomatik yada manual** mesaj şeklinde ilgili bakım birimlerine ve üretici firmalara **gerçek zamanlı raporlama sağlayan** bir dijital veri bağlantı sistemidir.
- Sistem; bakım, operasyon ve ticari amaçlar için kullanılır. Uçaktan gönderilen bilgilerin çoğu otomatik bilgilerdir. Böylece ACARS sistemi uçuş ekibinin iş yükünü de azaltmış olur. Bu otomatik bilgiler önceden belirlenen zamanlarda gönderilen rapor ve bilgilerden oluşur.

ACARS

- Yerden havaya ya da havadan yere iletimini sağlamak için öncelikli olarak **VHF** radyo sistemini kullanır.
- Uçak yer istasyonundan çok uzaktaysa (örneğin okyanus üzerinde) **SATCOM** kullanılması zorunlu hale gelir. Fakat; SATCOM ücrete tabidir.
- ACARS'ın bize sağladığı faydaları göz önünde bulundurursak, buna uçağın bir çeşit **Çevrimiçi Kara Kutusu** diyebiliriz.

ACARS

- Hava aracındaki Ekipmanlar
 - ACARS Management Unit (MU)
 - MCDU
- Yer ünitesindeki ekipmanlar
- Servis Sağlayıcılar
 - SITA
 - ARINC
 - AIRCANADA
 - AVICOMM



ACARS

- Uçaktan gelen bilgiler yer istasyonları aracılığıyla bu bilgiyi havayolu mesajlarına çeviren bir merkezi bilgisayara iletilir.
- Bu sistem ilk kurulduğunda iki adet merkezi uzay ve yer istasyonları ARINC (Kuzey Amerika) ve SITA (Avrupa) organizasyonları tarafından işletilmekteydi.
 - SITA (Société International de Télécommunication Aérienne)
(Singapur)
 - ARINC (Aeronautical Radio Incorporated)
(ABD-Şikago)

Günümüzde ise AIRCANADA ve AVICOMM da bu sisteme dahil olarak toplam 4 servis sağlayıcı bulunmaktadır.

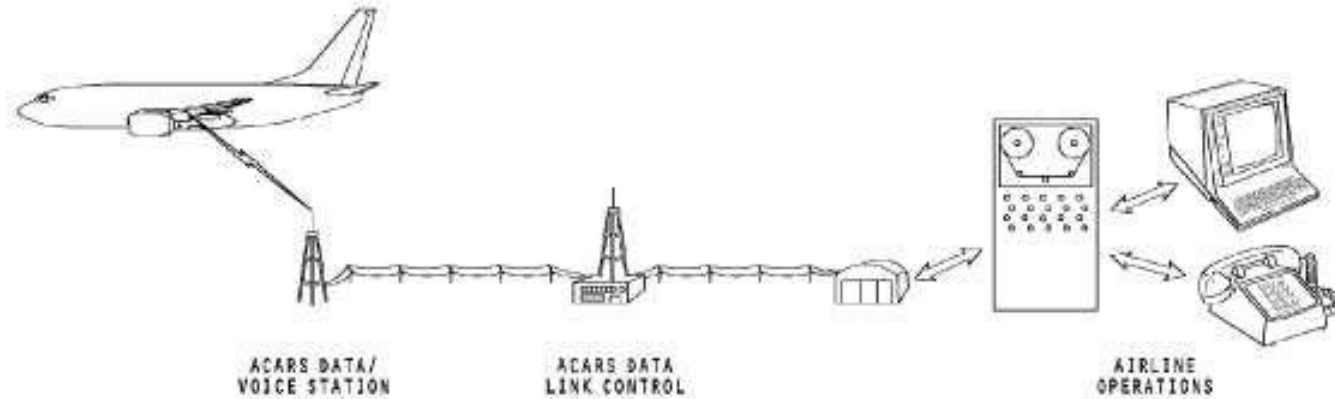
Bilgilendirici Video:

ACARS (Aircraft Comm. Addre. and Reporting System / Uçak İletişimi Adresleme ve Raporlama Sistemi)

<https://www.youtube.com/watch?v=wWpkSjv-zAc>

ACARS

- Yer ünitelerinde sistem ARINC tarafından kontrol edilir ve birçok yer gönderme ve alma istasyonlarından oluşur. Uçaktan alınan bir mesaj önce yer istasyonundaki bilgisayarlar tarafından çözülür ve sonra doğru hava yolu şirketine gönderilir. Aynı zamanda mesajları gönderirken hava yolu şirketi bilgisayar üzerinden yer istasyonuna gönderir ve mesaj burada kodlanarak aktarılır.





Airline A
(SITA Customer)



Airline B
(ARINC Customer)



Inmarsat / Iridium

Ground Earth Station
(GES)
Perth



HF Data Radios
(ARINC Service)

GES
Santa Paula



VHF Data Radios

ARINC



AirComm Processor
Annapolis, U.S.A

Internetworking Agreement

SITA



AirComm Processor
Singapore

Uplinks/Downlinks

VHF Data Radios



ATC



(SITA Customer)

ACARS

- ACARS sistemi uçuş operatörlerince aynı zamanda kendi filolarındaki birçok uçakla haberleşmek için de kullanılan bir sistemdir. Bu yöntem hâlihazırda kalabalık bir trafiğe sahip olan radyo telsiz kanallarının daha da kalabalık olmasını engeller.
- Yani bu sistem hem filo içi haberleşme sağlayarak telsiz yoğunluğunu azaltmakta hem de hava aracı ile ilgili anlık doğru veriler ile uçuş mürettebatı üzerindeki yükü azaltmaktadır.

ACARS

Mesajlar:

- **Hava trafik kontrol (ATC) mesajları:** Hava trafik kontrol üniteleri ile bilgi alışverişinde bulunabilir (ATC: Air Traffic Control)
- **Havayolu yönetimi kontrol mesajları:** Hava aracı ile havacılık şirketi arasındaki haberleşmeyi sağlar (AOC: Airline Operational Control)
 - OOOI durumları;
 - Uçuş planları;
 - Hava durumu;
 - Uçak ekipmanının durumu;
 - Uçuşun durumu ile ilgili bilgiler.

ACARS

Operasyon kontrol mesajları;

OOOI durumları; uçağın ana uçuş fazlarıdır.

OOOI (O)ut of the gate)






OOOI (O)ff the ground)

OOOI (O)n the ground)

OOOI (I)nto the gate)

ACARS'ın ilk işi, uçağın ne zaman kalktığını ve indiğini bildirmektir.

- OUT: Uçak ayrılıyor, park frenlerinin serbest bırakılması ile aktif olur.
- OFF: Kalkış, yer algılama sistemi tarafından aktif edilir.
- ON: İniş, yer algılama sistemi tarafından aktif edilir.
- IN: Geliş, park frenlerinin kurulması ile aktif olur.

"OUT" 	"OFF" 		"ON" 	"IN" 
Uçuş Öncesi	Kalkış ve Ayrılış	Yol Boyu	Yaklaşma ve İniş	İniş sonrası ve Taksi
Uçaktan: <ul style="list-style-type: none"> - Uçucu personel bilgisi - Yakıt Miktarı doğrulama - Geçikme raporları - OOOI Out 	Uçaktan: <ul style="list-style-type: none"> - OOOI OFF - Varış ETA - Kalan yakıt - Özel istekler 	Uçaktan: <ul style="list-style-type: none"> - Pozisyon Raporu - ETA Güncelleme - Ses isteği - Motor parametreleri - Bakım raporları - Öntedarik istekleri 	Uçaktan: <ul style="list-style-type: none"> - ETA Değişimleri - OOOI ON 	Uçaktan: <ul style="list-style-type: none"> - OOOI IN - Yolcu Kapısı koordinatları - Son Bakım durumu - Yakıt doğrulama
Uçağa: <ul style="list-style-type: none"> - PDC - ATIS - Ağırlık ve Denge - Pist Analizi - Uçuş Planı - Harekat memuru izni - Bakımcı izni 		Uçağa: <ul style="list-style-type: none"> - ATIS - ATC Okyanus müsaadesi - Hava raporu - SELCAL - Yolcu Kapısı ataması 	Uçağa: <ul style="list-style-type: none"> - Tehlike durum raporları - Hava durumu tavsiyeleri 	

ACARS

- Konum bilgisi;
- Kalkış zamanı;
- Kabin içi acil durumlar;
- Uçak Performans Bilgileri
 - Motor performansı;
 - Bakım yapılması gereken parçalar;
 - Bozuk cihazlar;
- Hasta yolcu bilgileri v.b. gibi bilgilerden uçağın kapılarına, park frenlerine ve iniş takımlarına takılı **sensörler** vasıtasıyla algılanabilenler **otomatik olarak**; diğerleri ise MCDU üzerinde **manual olarak** ACARS tarafından rapor edilip cevap alınabilir. Yer operasyon birimlerine uçağın ve ekibin durumuyla ilgili mesaj gönderilir.

ACARS

- Örnek Mesaj

```
Logging... Review Utilities... Quit
( Reviewing 09182158.LOG )
Message content:-
-----
[19/09/1995 07:19]
ACARS node: 2 Aircraft reg: .N120DL
Message label: 9 Block id: 9 Msg. no: 1652
Flight id: DL1629
Message content:-
-----
[19/09/1995 07:30]
ACARS node: 2 Aircraft reg: .N659FE
Message label: 16 Block id: 3 Msg. no: M06A
Flight id: FM3207
Message content:-
191101/AUTPOS/LLD N472508 U1210447
/ALT 24256/SAI -025
/VND 296056/TAI ****/TAS 459/CRZ 093
-----
[ Page 24 ]
<PgUp>, <PgDn>, <Home>, <End>, <Esc>
```

ACARS

- Örnek Mesaj

- ACARS Mesaj 1

G-DBCC BA088J #CFBWRN/WN14021208290022000006AUTO FLT FAC 2 FAULT
İlk parça uçağın tescil kodunu belirtmektedir G-DBCC, aranan birim BA088J
Sonraki kısım ACARS mesajı: bu durumda uçak hata mesajı gönderiyor

- ACARS Mesajı 2

N673UA UA0985 #M1BPOSN51210W001338, BEDEK,082231,140,NIGIT,082458,D273L,M19, 24058,
225,/TS082231,120214798E
Bu ACARS mesajı is United Airlines Uçuş UA985 pozisyon raporu içermektedir.

- ACARS Message 3

EI-DTE XM0229 3401 ETA 0229/12 EGLL/LIML .EI-DTE/ETA 0915/FOB 0051
Varılacak istasyon için yaklaşık ulaşma zamanı raporu

ACARS



- Adres: Hava aracının adres bilgisini içerir. Adres bilgisi uçağın uçuş numarası veya kuyruk numarası olabilir.
- Mesaj: Rutin raporların ve serbest konuşmaların kodlandığı bölümdür.
- Dizin Kontrol: Bu kısımdaki kodlar sistemin doğru çalışıp çalışmadığını kontrol edip doğru çalışıyor ise ACK (acknowledge); hatalı çalışıyor ise NAK (negative acknowledge) uyarısı verir.
- ACARS üzerinden her hafta 9 milyon adet iletişim sağlanmaktadır.

ACARS

Bilgilendirici Video:

Avionica Satlink ACARS Product Demonstration

- <https://www.youtube.com/watch?v=T8dSzVhu5Ko>



Aeronautical Radio Incorporated

ARINC

- Bilgisayarlar yanındaki veya dünyanın diğer ucundaki bir bilgisayarla iletişim kurarken bir çok farklı tipte ağ protokolüne ve standardına ihtiyaç duyar.
 - HTTP (Hypertext Transfer Protocol),
 - FTP (File Transfer Protocol),
 - SMTP (Simple Mail Transfer Protocol),
 - TCP (Transmission Control Protocol)
 - Ethernet (IEEE 802.3 Local Area Network Protocols) protokolleri günlük hayatımızda sık sık karşılaştığımız ağ iletişim protokollerine birer örnektir.

ARINC

- Kokpitte bulunan cihazların alıcı ve verici sistemleri arasında analog ve sayısal sinyallerin iletilebilmesi için standartlara uyumlu bilgisayar sistemleri gereklidir. Yani; iki sistemin birbiriyle uyumlu çalışabilmesi için aynı dili konuşması gerekir.
- Hava aracındaki bilgisayar sistemlerinin kullanmış olduğu bu dijital dil **protokol** olarak tanımlanmaktadır.
- "**Protokol**, bir ağ üzerindeki bilgisayarlar arasındaki iletişimi yöneten kurallar kümesidir

ARINC

- ARINC öncelikle hava araçlarında yada havacılık sistemlerinde kullanılan bir ekipman parçası değildir.
- ARINC; test gereksinimlerinden navigasyon sistemlerine ve uçak içi eğlenceye kadar her türlü sistemin tasarımını ve uygulamasını tanımlar.
- ARINC (Aeronautical Radio Incorporated)
 - (Havacılık Radyo Şirketi)
- ARINC Havayolları Elektronik Mühendisliği Komitesi (AEEC) grupları için teknik, yayıncılık ve idari destek sağlar.
- AEEC 1949'da kurulmuştur ve hava taşımacılığı avionik ekipmanı ve telekomünikasyon sistemlerinin standardizasyonunda önde gelen uluslararası kuruluş olarak kabul edilmektedir.

ARINC

- . “Sivil uçak veri hat protokolleri için **ARINC** tarafından şartnameler (400, 500, 600, 700 ve 800 serileri vb.) geliştirilmiştir.
- En yaygın ARINC standardizasyonları;
 - ARINC 419
 - ARINC 575
 - ARINC 429
 - ARINC 615
 - ARINC 629
- Sivil hava araçları için ARINC, askeri hava araçları için MIL-STD standartları yayınlar.

ARINC

- Örneğin;
 - Ticari hava taşıma uçaklarında genellikle en fazla kullanılan veri iletim standardı olan ARINC 429 aviyonik ekipmanlar ve sistemler arasındaki veri alış-verişini tanımlayan bir protokoldür.
 - ARINC 573 uçuş veri kaydediciler tarafından kaydedilen verilere ilişkin parametreler için standart format iken,
 - ARINC 661 CDS (Cockpit Display System-Kokpit Gösterge Sistemi) ve diğer sistemler arasındaki haberleşme için kullanılmaktadır.
 - Teknolojideki hızlı gelişmeyle birlikte uçak üzerinde daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Gelişmiş aviyonik veri hatlarında iletim hızı daha yüksek ve elektromanyetik parazitlerin sistem performansı üzerindeki etkisi daha önemli olduğu için yukarıda bahsedilen sayısal veri iletim hatlarına ilave optik veri iletim standartları da kullanılmaya başlanmıştır.

ARINC Standartları (*Series*)

ARINC: *Aeronautical Radio, Inc.* A nonprofit corporation owned by member airlines to define form, fit and function of avionics equipment and to provide radio communication services. **Havacılık Telsiz A.Ş.**

ARINC 419: Digital information transfer characteristics as applied in ARINC 500-series equipment specifications. **Dijital bilgi transfer özellikleri.**

ARINC 424: Worldwide standard for formatting and interchange of navigation data, consisting of text records with 132 fixed columns. **Havacılık verilerinin dünya çapında değiştirilmesi ve formatlanma standardı.**

ARINC 547: Digital specification for ILS reference sensors. **ILS referans sensörlerinin/ almaçların dijital tanımlaması.**

ARINC 561: Inertial navigation system specifications. **Etkin olmayan seyrüsefer sistem özellikleri.**

ARINC 568: Inertial sensor DME reference specification. **Atıl sensör DME referans özelliği.**

ARINC 571: Inertial sensor attitude-heading reference system specifications. **Ataletsel sensör tutum-yönlenme referans sistemi özellikleri.**

ARINC 575: Digital air-data system specifications. **Dijital havacılık-veri sistem özellikleri.**

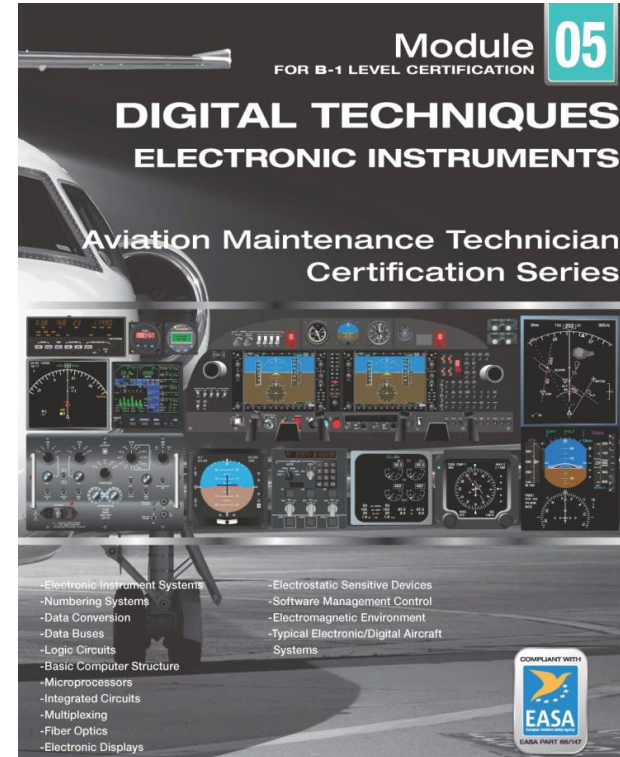
ARINC 700-series: All-digital equipment specifications for new-generation transport category aircraft. **Yeni nesil yolcu taşıma kategorisinde uçak için tümüyle dijital alet özellikleri.**

Kaynaklar: (*)

- Öğr. Gör. Halil İbrahim AÇAN ders notları

Kaynak Kitap:

- EASA Module 05 Digital Techniques Electronic Instruments / 2016
 - Yazar: James W. Wasson, PhD.
 - Yayıncı: Aircraft Technical Book Company
 - <https://www.actechbooks.com/>



Download:

<https://www.iaepune.org/myimg/EASA%20Module%2005%20Digital%20Techniques%20Electronic%20Instruments.pdf>

Kaynaklar: (MEGEP)

- **Alet Sistemleri 1 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Alet%20Sistemleri%201.pdf
- **Alet Sistemleri 2 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Alet%20Sistemleri%202.pdf
- **Aletli Gösterge Ve Aviyonik Sistemler / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Aletli%20G%C3%B6sterge%20Ve%20Aviyonik%20Sistemler.pdf
- **Komünikasyon-Navigasyon 1 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kom%C3%BCnikasyon-navigasyon%201.pdf
- **Komünikasyon-Navigasyon 2 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kom%C3%BCnikasyon-navigasyon%202.pdf
- **Komünikasyon-Navigasyon 3 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kom%C3%BCnikasyon-navigasyon%203.pdf
- **Otomatik Uçuş / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Otomatik%20U%C3%A7u%C5%9F.pdf
- **Dijital Uçak Sistemleri / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Dijital%20U%C3%A7ak%20Sistemleri.pdf
- **Displayler ve Kokpit Aletleri / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Displayler%20ve%20Kokpit%20Aletleri.pdf
- **Elektrostatik Deşarj Ve Elektromanyetik Çevre / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Elektrostatik%20De%C5%9Farj%20Ve%20Elektromanyetik%20%C3%87evre.pdf
- **Fiber Optik / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Fiber%20Optik.pdf
- **Kabin Bakım / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kabin%20Bak%C4%B1m.pdf
- **Sayı Sistemleri Ve Data Çeviriciler / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Say%C4%B1%20Sistemleri%20Ve%20Data%20%C3%87eviriciler.pdf

*(MEB Yayınları)