



NASIL ÇALIŞIR

Türkân Yöney

Kara Kutu Nasıl Çalışır?

Havacılık alanındaki ilk kayıt cihazları olan ve pervanelerin dönüşünü kaydeden cihazlar Wright Kardeşler tarafından geliştirilmiştir. Ancak havacılık kayıt cihazlarının yaygın kullanımı İkinci Dünya Savaşı bitene dek başlamamıştı. O zamandan bu yana da kara kutu denilen kayıt cihazlarının özellikleri oldukça gelişmiş bulunuyor.

Günümüzdeki kara kutuların çoğunda, 1960'lar da ortaya çıkan manyetik bantlar hala kullanılmakla birlikte, artık 1990'lı yıllarda geliştirilen katı-hal bellek kartlarına geçiliyor. Üretimi artık yapılmayan manyetik bantlar aynı teyp kayıt cihazı gibi çalışıyordu. Katı-hal bellek kartlarında ise küme halinde bellek yongaları kullanılıyor. Dolayısıyla cihazda hareketli parça bulunmuyor ve bu da kaza sırasında kutuda bir şeylerin kırılma riskini iyice azaltıyor.

Genellikle kötü haber taşıdığı için adı 'kara kutuya' çıkan ama gerçekte portakal rengi olan bu cihazlar, enkaz içinde kolay görülebilir, çabuk bulunsun diye bu renge boyanmış. Koltuk kapasitesi 19'un üzerindeki uçaklarda Uçuş Veri Kaydının (FDR - flight data recorder) 1958'den beri, Kokpit Ses Kaydının (CVR - cockpit voice recorder) ise 1965'ten bu yana bulunması mecburi.

CVR ve FDR'den gelen veriler, Düşmeye Dayanıklı Bellek Birimi (CSMU - crash-survivable memory unit) içindeki bellek kartlarında saklanır. Bellek kartlarında CVR için iki saatlik ses veri kaydı, FDR için ise 25 saatlik uçuş veri kaydı yapılabilecek boyutta dijital depolama belleği bulunur.

Uçakların içinde veri toplayan algılayıcılar bulunur. Bu algılayıcılar hızlanma, havadaki hız, yükseklik, kanat kapak ayarları, dış ısı, kabin ısı ve basınç, motor performansı gibi verileri saptar. Manyetik bant kayıt cihazlarında yaklaşık 100 parametre izleniliyorken, katı-hal bellek kartlı cihazlarda ise bu sayı 700'ü geçiyor. Algılanan tüm veriler kokpitin altında bulunan Uçuş Veri Edinme Birimine (FDAU - flight-data acquisition unit) yollanır. Bu birim, tüm veri kayıt sürecinin orta noktadaki yöneticisi. Gelen verileri alıp, uçağın arkasında bulunan kara kutuya yollar. Beklenenin aksine kara kutular uçağın ön tarafında değil, kuyruk kısmında bulunur.



Bir havacılık kayıt sisteminin temel bileşenleri ve işleyişi

Pek çok FDR tarafından kaydedilen parametrelerden bazıları, zaman, basınç yüksekliği, hava hızı, dikey hızlanma, manyetik baş, kontrol-kolunu konumu, dümen-pedalı konumu, kontrol-tekeri konumu, yatay stabilizatör, yakıt akışı olarak sıralanabilir.

Pek çok uçak kazasından sonra sağ kalan tek cihaz olarak kara kutular anılır. Düşmeye dayanıklı bellek birimi, aşırı ısı, şiddetli çarpma, ve tonlarca

basınca dayanmak üzere imal ve test edilmiş olarak uçaklara yerleştirilir. Üç kat değişik malzemeyle kaplanan kara kutular, önce bellek kartlarını saran ince bir alüminyum tabakayla kaplanır. Daha sonra kurusilisten mamul bir malzemeyle kaplanması, onu yangınlardan korur. En üst tabakadaki koruyucu malzeme ise yaklaşık 0.64 cm kalınlığında paslanmaz çelikten yapılır. Bu dış zırhı oluşturmak için titanyum



Katı-hal kayıt cihazı

da kullanılabilir.

CSMU'lar nasıl test ediliyor?

Kara kutuların niteliklerini ölçmek ve kaza sonrasında sağlam kalmalarını garanti altına almak için bazı testler uygulanır:

- **Düşme etkisi** - Araştırmacılar CSMU'ları havan topundan fırlatarak 3400 G's'lik bir etki yaratırlar (1 G, bir şeyin ne kadar ağırlığı olacağını belirleyen dünyanın yerçekimi). 3400 Gs ile yani ağırlığının 3400 kat fazlası bir ağırlığa eşit bir kuvvetle petek biçiminde alüminyum bir hedefe çarpar. Bu etki kuvveti cihazın gerçek bir kaza sırasında maruz kalabileceğine eşittir.

- **İğneli düşüş** - delinmelere karşı cihazın göstereceği direnci saptamak için, altından 6.5 mm kalınlığında çelik bir iğne çıkan 227 kiloluk bir ağırlığı 3 metre yukarıdan cihazın üstüne bırakılır.

- **Statik çarpma** - araştırmacılar beş dakika boyunca, aletin başlıca 6 ekseninin her birine cm kareye 2270 kiloluk çarpma kuvveti uygularlar.

- **Ateş testi** -1100 C derecedeki bir fırın içinde, aletin bu ısıya dayanıp dayanamayacağı sınanır. Bu ısıda en az bir saat bozulmadan durmalıdır.

- **Derin deniz etkisi** - alet içinde tuzlu su bulunan basınç altındaki bir tankta en az 24 saat bırakılır.

- **Tuzlu su etkisi** - CSMU tuzlu su dolu bir tankta en az 30 gün bozulmadan dayanabilmeli.

- **Akışkanlar etkisi** - çeşitli CSMU parçaları, jet yakıtı, yağlar ve yangın söndürücü kimyasallar gibi çeşitli akışkanların içinde bırakılarak test edilir.

Göz alıcı renkte boyanmış olmaları ve üstlerinde yansıtıcı bant bulunmasının yanı sıra, kara kutularda bir de su altındaki konumu belirten bir işaret verici (ULB - underwater locator beacon) bulunur. Uçağın denize ya da göle düşmesi halinde bu işaret verici, insan kulağının duymayacağı ancak sonarla ve akustik konumlama cihazları tarafından kolaylıkla algılanabilecek frekansta bir ultrasonik atı yollar. Bu işaret vericinin hemen yan tarafında kocaman bir öküz gözü gibi duran şey batma sensörüdür. Su bu sensöre ulaştığında işaret verici devreye girer.



Su altı konum belirleyici

Bu işaret verici, 37.5 kilohertzde atılar yollar ve 4267 metre derinliğe kadar sesi iletebilir. Atılar bir kez yollanmaya başladıktan sonra, her saniyede bir atı olmak üzere 30 gün boyunca devam eder. İşaret vericinin içinde 6 yıl raf ömrü olan piller bulunur.

Kaza ertesi bulunan kara kutular, araştırma ve soruşturmayı yürütenler tarafından laboratuara götürülür ve içindeki veriler okunacak bir şekilde aktarılır. FDR hasar görmemişse, bir kablo aracılığıyla okuma birimine bağlanarak verilere ulaşılır. Çoğu kazada kutular ezilmiş ya da yanmış olarak ele geçer. Bu durumda da bellek kartları çıkartılıp temizlenir ve çalışan bir kayıt cihazına takılarak kaybolan verinin geri kazanılması için özel geliştirilmiş yazılımlar kullanılır.

Artık otomobillere de kara kutu yerleştiriliyor

Kara kutu teknolojisi uçaklardan otomobillere inmiş. Birkaç otomobil üreticisi yeni modellerinde kara kutu kullanımına başlamışlar bile. Araç takip sistemi uygulama yazılımları hazırlanmış. Kara kutuda depolanan veriler, araca takılacak cep telefonu haberleşme modülü aracılığıyla GSM şebekesinin izin verdiği bir yerden merkezdeki bilgisayarlara aktarılabilir. Araç donanımı uçaktakinden çok daha basit. Bir kara kutu, araca takılan mıknatıslı bir anten, kantağa bağlanacak bir enerji kablosu, ve GSM Veri Arabirim modülü ve anteni yeterli.

