

# 1.GİRİŞ

## 1.1. Giriş ve Amaç:

Uçmak insanoğlunun tarih boyunca hep en büyük emellerinden birisi olmuştur. 17 Kasım 1903'te Orville Wright'ın 12 beygirlik Kitty Hawk isimli uçağıyla gerçekleştirdiği 12 saniyelik uçuş ile başlayan denemeler çok büyük bir süratle ilerleyerek günümüzün modern havacılık endüstrisinin oluşmasını sağlamıştır. İnsanın uçan bir makine yapıp uçmasıyla beraber bu uçan makineler kazaları ve ölümleri de beraberinde getirmiştir. Wright Kardeşler'in gerçekleştirdiği bu ilk uçuştan 5 yıl sonra Amerikan ordusundan Teğmen Thomas Selfridge, Wright Kardeşler'in uçağını değerlendirme amaçlı olarak Wilbur Wright ile beraber yaptığı uçuşta kopan bir parça sebebiyle kontrolün kaybedilmesi sonucu meydana gelen kazada hayatını kaybetmiş, Wilbur Wright da ağır yaralanmıştır. Bu olay havacılık dünyasının ilk ölümcül kazası olmuştur (Twentieth Century History, 2005). İlk önceleri kaderin bir tecellisi olarak kabul edilen bu kazaların teknolojik gelişmelerin yardımı ve meraklı kimselerin gayreti sayesinde tekrarı önlenabilir süreçler olduğu anlaşılmış ve kaza inceleme tekniklerine büyük önem verilmeye başlanmıştır.

Hava aracı kaza incelemelerinin amacı öncelikle sebep faktörünü ortaya koyarak benzer olayların gelecekte yaşanmasını önlemektir. İncelemenin asıl gayesi bu olup bunun yanında hasar değerlendirmesi, yükümlülük ve sorumlulukların belirlenmesi, sigorta ödemesi ve diğer isteklerin değerlendirilmesi ve benzeri tali amaçları da olabilmektedir.(Ferry, 1978, p.3) Hava aracı kaza incelemeleri oldukça geniş, kapsamlı, disiplinler arası bir çalışma gerektiren, birçok bilim dalından uzmanın görev aldığı oldukça karmaşık bir süreçtir. Bu uzun ve karmaşık süreç içerisinde bir kaza incelemecisinin ya da kaza inceleme görevi verilmiş bir pilot ya da teknik görevlinin ilk karşılaşacağı yer bir kaza mahallidir. Bu çalışmada kaza incelemesiyle görevlendirilmiş bir kimsenin detaylı bilimsel uzmanlık gerektiren çalışmaların ya da laboratuvar gibi özel mekanlardaki test ve incelemelerin dışında olay yerinde kullanabileceği teknikler ve

dikkat edilmesi gereken hususlar açıklanmaya çalışılmıştır. Aslında bir bakıma suç mahallinde gerçekleştirilen bir olay yeri incelemesine benzeyen bu çalışmada kaza inceleme görevlisinin olay yerindeki delil ve izleri inceleyerek kazanın muhtemel sebep faktörü üzerine değerlendirmeler yapabilmesi hedeflenmiştir. Olay yerinde nasıl hareket edileceğinin bilinmesi, inceleme teknikleri hakkında bilgi sahibi olunması, sebep faktörünü kesin bir şekilde ortaya çıkaracak olan detaylı incelemeler için bir bakıma ön hazırlık olarak da değerlendirilebilir. Bu nedenle çalışmada, sebep faktörünün ortaya çıkarılması için yapılacak detaylı inceleme ve analizlerden önce olay yerinde hatalı hareketler yapılarak değerli delillerin kaybedilmemesi için dikkat edilmesi gereken hususlar açıklanmıştır. Bunun yanında bir kaza mahallindeki muhtemel tehlikeler açıklanarak incelemeciler, kurtarma görevlileri ya da halkın zarar görmesini engellemek için alınması gereken tedbirler de belirtilmiştir. Yine kriminal bir olay yeri incelemesinde olduğu gibi burada da olay yerinde elde edilen deliller uzman laboratuvarlarda incelenmeli ve varılan hükümler mutlaka bu pozitif sonuçlarla desteklenmelidir.

## **1.2.Tarihçe Ve Tanımlar**

**1.2.1. Tarihçe :** İkinci Dünya savaşından sonra uluslararası hava taşımacılığının gelişeceği açık bir şekilde anlaşılmış ve hava araçlarının bir ülkenin hava sahasından diğer ülkenin hava sahasına emniyetli bir şekilde seyahat etmesinin güvence altına alınması ihtiyacı belirlemiştir. 1944'te 52 ülkenin temsilcileri konuyla ilgili sorunları tartışmak için Chicago'da bir araya gelmiş ve sonuçta ortaya Uluslararası Sivil Havacılık Konvansiyonu çıkmıştır. Nisan 1947'de 26 ülke Chicago Konvansiyonu'nu onaylamış ve Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) kurulmuştur. (Wood ve Sweginnis, 1995) Ülkemiz de bu anlaşmayı imzalamış ve 5 Haziran 1944 tarih ve 4749 sayılı yasa ile Konvansiyon'a taraf olan ülkeler arasına katılmıştır. (Cavdar, 2003) Yine 1947'de ICAO ve Birleşmiş Milletler arasında ICAO konvansiyonu ve Birleşmiş Milletler Sözleşmesi'nin konuyla ilgili gereklerini gerçekleştirmek maksadıyla yakın işbirliği anlaşması imzalanmıştır. 1994'e gelindiğinde ülkemiz dahil 183 ve günümüzde de 188 ülke (Wood, 1991, p.166) ICAO Konvansiyonuna imza atmış durumdadır. ICAO konvansiyonununun 13 No'lu ekinde hava aracı kaza incelemelerine ilişkin prosedürler

düzenlenmiş ve konvansiyona imza atan ülkeler arasında kaza incelemeleri yönünden izlenecek usul ve yöntemler ortak bir şekilde bağlanmıştır. Konvansiyonun ekleri şu şekildedir:

Şahsi Lisansların Verilmesi (Ek-1), Havacılık Kuralları (Ek-2), Uluslararası Hava Seyrüseferi İçin Meteoroloji Hizmetleri (Ek-3), Havacılık Haritaları (Ek-4), Uçuş ve Yer Operasyonlarında Kullanılacak Ölçü Birimleri (Ek-5), Hava Aracı İşletimi (Ek-6), Hava Aracı Milliyet Ve Kayıt İşaretleri (Ek-7), Hava Aracının Uçuşa Elverişliliği (Ek-8), Kolaylık Hizmetleri(Variş Ve Ayrılış) (Ek-9 ), Havacılık Telekomünikasyonu (Ek-10), Hava Trafik Hizmetleri (Ek-11), Arama ve Kurtarma (Ek-12), **Hava Aracı Kaza Ve Olaylarının İncelenmesi (Ek-13)**, Hava Alanları (Ek-14), Havacılık Bilgi Servisleri (Ek-15), Çevresel Koruma (Ek-16), Güvenlik (Ek-17), Tehlikeli Maddelerin Emniyetle Taşınması (Ek-18).

Ülkemizde sivil havacılığa ilişkin kuralların düzenlenmesi maksadıyla 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu (T.S.H.K.) 19.10.1983 tarihinde resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu kanunun ikinci kısım ikinci bölümünde hava aracı kazalarıyla ilgili maddeler düzenlenmiştir. Kanunun sivil hava aracı kazalarında yapılacak işlem ve faaliyetlere ilişkin maddeleri Ulaştırma Bakanlığınca Sivil Hava Araç Kazaları Soruşturma Yönetmeliğinde (SHY-13) düzenlenmiştir. Bu yönetmelik genel olarak ICAO konvansiyonunun 13'üncü ekini (Ek-13) baz almıştır (T.S.H.K., 1983).

**1.2.2. Tanımlar:** Teknik olarak “Kaza” terimi, tamamen tesadüfi ya da bilinmeyen sebeplerden kaynaklanan, hasar ya da yaralanmayla sonuçlanan planlanmamış ve istenmeyen olaylar olarak tanımlanmaktadır. Kazalar planlanmamış ve istenmeyen olaylar olmalarına rağmen aslında belirsiz ya da rastgele sebeplerden kaynaklanmamaktadır ve akılcı bir şekilde hareket edildiğinde tekrarı önlenmektedir (Wood, 1991, p.23).

Uluslar arası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) tarafından ICAO Konvansiyonu Ek-13 (Annex-13)'te yapılan “Hava Aracı Kaza ve Olayı” tanımı bugün birçok ülke

tarafından kabul edilmektedir. ICAO ve Sivil Havacılık Yönetmeliği SHY-13 tarafından yapılan kaza ve kaza incelemesine ilişkin tanımlar şu şekildedir:

**1.2.2.1. Hava Aracı Kazası:** Hava aracına uçuş maksadıyla kişilerin binmesinden inmesine kadar geçen süre içerisinde, kişilerin tali nedenlerle ve veya kendi kendini veya birbirlerini yaralamaları veya uçuş ekibi ve yolcular için ayrılan yerler dışında saklanarak kaçak seyahat edenlerin yaralanmaları hariç olmak üzere, hava aracı içinde veya hava aracından kopan parçalar da dahil olmak üzere hava aracının herhangi bir parçasının çarpmasıyla veya jet patlamasına maruz kalmak suretiyle ölümcül veya ciddi derecede yaralanması, motor ve aksesuarlarda meydana gelen arıza ve hafif hasarlar hariç olmak üzere hava aracının fiziksel yapısının veya performansının ve uçuş karakteristiğinin menfi yönde etkilendiği ve bunların değiştirilmesi veya tamirini gerektirecek derecede hasar ve arızalanması, hava aracının kaybolması veya tam olarak ulaşılamaz durumda olması ile sonuçlanan olaylardır (Wood, 1991, p.24).

Bu tanımı biraz açmak gerekirse kaza teriminin üç durumu kapsadığı görülür:

1. İnsanların ölümcül ya da ciddi olarak yaralanması : Ölümcül yaralanma kazanın olmasından itibaren 30 gün içerisinde ölümlle sonuçlanan yaralanmalardır. Ciddi yaralanma ise yaralanan şahıs veya şahısların; yaralanmanın meydana geldiği tarihten itibaren 7 gün içinde 48 saatten daha fazla süreyle hastanede yatmasını gerektirecek derecede yaralanmasıdır. Kişiler bu yaralara; hava aracında bulunmaktan, kopan parçalar dahil olmak üzere hava aracının herhangi bir parçasıyla direkt temas etmekten ya da jet patlamasının direkt etkisinden dolayı maruz kalmış olmalıdırlar. Yaralanmanın doğal sebeplerden kaynaklanması, yolcuların kendi kendilerini ya da birbirlerini yaralamaları ya da normalde seyahat için ayrılan yerler dışında seyahat ederken yaralanmaları bunların dışında tutulmuştur (Annex-13, 2001, p.1).

2. Hava aracında hasar ya da yapısal arıza bulunması : Bu hasar ve arızalar hava aracının yapısal bütünlüğünü, performansını ve uçuş karakteristiğini olumsuz yönde etkileyen veya büyük tamir ve parça değişimi gerektiren durumlardır. Yalnızca motorun kendisi ve

kapakları ile sınırlı motor arıza ve hasarları veya yalnızca pervane, kanat uçları, antenler, lastikler, frenler, kaplamalar, gövde üzerindeki küçük çökük ve delikler bunların dışında tutulmuştur (Annex-13, 2001, p.1).

3. Hava aracının kayıp ya da tamamen ulaşılamaz olduğu durumlar : Resmi arama çalışmalarının sonlandırıldığı ve enkaza ulaşılamadığı durumlarda hava aracı kayıp olarak değerlendirilir (Annex-13, 2001, p.1).

**1.2.2.2. Olay:** Hava aracının uçuş hareketi esnasında uçuş emniyetini etkileyen veya etkileyebilecek olan kazadan başka her türlü hadisedir (Annex-13, 2001, p.1).

**1.2.2.3. Ciddi Olay:** Kaza olma ihtimaline çok yaklaşılabilir fakat kaza olmadan atlatılan olaylardır (Annex-13, 2001, p.2).

**1.2.2.4. Akredite Temsilci:** Bir devlet tarafından, yeterlilikleri göz önüne alınarak diğer bir devletçe yürütülen kaza soruşturmasına fiilen katılmak üzere görevlendirilen kişidir (Annex-13, 2001, p.1).

**1.2.2.5. Danışman:** Bir devlet tarafından, yeterlilikleri göz önüne alınarak bir kaza soruşturmasında akredite temsilciye yardımcı olarak görevlendirilen kişidir (Annex-13, 2001, p.1).

**1.2.2.6. Sebep Faktörleri:** Kaza ya da olaya sebebiyet veren hareket, olay veya koşullar ya da bunların birleşimidir. Kaza incelemelerinin de hedefi bu sebep faktörlerini ortaya çıkararak gerekli tedbirlerin alınması, tavsiyelerin yayınlanması ve müteakip kazaların önlenmesidir (SHY-13, 1992, s.2).

**1.2.2.7. Uçuş (Veri) Kayıt Cihazı:** Hava aracı üzerinde takılı bulunan kaza ve olayların soruşturulmasında yardımcı olarak kullanılan her tip kayıt cihazıdır (SHY-13, 1992, s.3).

**1.2.2.8. Kaza İncelemesi (Soruşturması):** Hava aracı kazalarının önlenmesi amacıyla; kazalara ait bilgilerin toplanması, kıymetlendirilmesi, kaza sebeplerinin belirlenmesi, sonucun karara bağlanması, emniyete ilişkin gerekli tavsiyelerin yapılması için yürütülen süreçtir (Annex-13, 2001, p.1).

**1.2.2.9. Kaza İnceleme Sorumlusu:** Yeterlilikleri göz önüne alınarak bir soruşturmanın idare ve kontrol edilmesiyle görevlendirilen kişidir (Annex-13, 2001, p.1).

**1.2.2.10. Emniyet Tavsiyesi:** Müteakip kaza ve olayları önlemek maksadıyla kaza incelemesi sonucunda ortaya konulan ve soruşturmayı yürüten devlet tarafından yapılan önerilerdir (Annex-13, 2001, p.2).

**1.2.2.11. Ciddi Yaralanma:** Bir hava aracı kazasında yaralanan şahıs veya şahısların; yaralanmanın meydana geldiği tarihten itibaren 7 gün içinde 48 saatten daha fazla süreyle hastanede yatmasını gerektirecek derecede yaralanması, burun veya parmaklarda kırılma gibi basit kırıklar hariç olmak üzere herhangi bir kemiğinin kırılması veya ağır kanama geçirmesi, sinir, adele ve tendon kopması, ikinci veya üçüncü derece yanıklar veya vücudun yüzde beşinden fazlasını etkileyen her türlü yanığa maruz kalması ve enfeksiyon ya da radyasyona maruz kalmasıdır (Annex-13, 2001, p.2).

**1.2.2.12. Dizayn Devleti:** Hava aracı tipinin dizaynından sorumlu organizasyon üzerinde hukuksal otoritesi olan devlettir (Annex-13, 2001, p.2).

**1.2.2.13. Üretici Devlet:** Hava aracının son birleştirmesini yapan organizasyon üzerinde hukuksal otoritesi bulunan devlettir (Annex-13, 2001, p.2).

**1.2.2.14. Kaza/Olay Devleti:** Toprakları üzerinde bir hava aracı kazası ya da olayı meydana gelen devlettir (Annex-13, 2001, p.2).

**1.2.2.15. İşletmeci Devlet:** Hava aracı işletmesinin asıl işyerinin bulunduğu devlet, veya asıl işyeri yoksa işletmecinin sürekli ikametgahının bulunduğu devlettir. Eğer işletmeci çok uluslu bir statüye sahipse işletmeyi oluşturan bütün devletler ortak olarak Chicago Konvansiyonuna göre İşletmeci Devlet statüsündedirler (Annex-13, 2001, p.2).

**1.2.2.16. Tescil Devleti:** Hava aracının sicilinin kayıtlı olduğu devlettir (Annex-13, 2001, p.2).

**1.2.2.17. Hava Aracı Yer Kazası:** Hava aracının uçuş hareketi dışında bakım, onarım, arıza giderilmesi, yerde çalıştırılması, yer araçları veya insan gücü ile yer değiştirilmesi esnasında araç çarpmaları veya yangın, tabii afetler ve diğer sebeplerle hasara uğraması veya arızalanması ile sonuçlanan olaylardır (SHY-13, 1992, s.2).

**1.2.2.18. Küçük kaza:** Uçuş hareketi esnasında bir veya daha fazla hava aracının hafif hasara uğraması ile sonuçlanan hasarlardır (SHY-13, 1992, s.2).

**1.2.2.19. Büyük kaza:** Uçuş hareketi esnasında bir veya daha fazla hava aracının ağır hasara uğraması ile sonuçlanan kazalardır (SHY-13, 1992, s.2).

### **1.3. Hava Aracı Kazalarının Sınıflandırılması**

SHY-13 hava aracı kazalarını meydana gelen hasar durumuna göre Tam Hasar, Ağır Hasar, Hafif Hasar ve Sınıfsız Hasar olmak üzere dört dereceye ayırmıştır:

**1.3.1. Tam Hasar:** Parça kurtarma yönünden hiç bir değeri kalmayan veya kurtarılan parçaların dışında hava aracından hiçbir fayda sağlanamayacak derecedeki hasardır. Kaza yerinden kaldırılıp nakledilmesi mümkün olmayan hava aracı hasarları bu sınıfa girer (SHY-13, 1992, s.19).

**1.3.2. Ağır Hasar:** Hasarlı parçaların sökülmesi, tamiri ve tekrar yerine takılması için aşağıda gösterilen büyük parçaların ekonomik tamir standartlarının dışında hasarlanması veya tahrip olması sebebiyle yenisiyle değiştirilmesinin gerekli olduğu hasarlardır. Bu parçalar kanat uçları, flaplar, eleronlar, kanat ek kaldırma parçaları ve aerodinamik frenleme kısımları hariç kanat, kapılar, kaportalar, kanopi ve bakım giriş kapıları hariç, gövde veya gövdenin ana kısımları, kuyruk kirişleri veya kuyruk kısmı, amortisör veya piston asamblesi, tekerlekler, frenler ve lastikler hariç, iniş takımları, hareketli kısımlar hariç dikey ve yatay stabilize, helikopter ana rotor başlığıdır (SHY-13, 1992, s.19).

**1.3.3. Hafif Hasar:** Kazaya uğrayan hava aracının hasarlı parçalarının sökülmesi, tamiri, tekrar yerine takılması veya değiştirilmesi ile uçuşa elverişli duruma getirilebildiği hasarlardır (SHY-13, 1992, s.19).

**1.3.4. Sınıfsız Hasar:** Olaya maruz kalan hava aracının uçuşa elverişliliğini etkilemeyen küçük parça değişimi veya onarımını gerektiren hasarlardır (SHY-13, 1992, s.19).

#### **1.4. Soruşturmanın Yürütülmesi**

**1.4.1. Uluslararası Soruşturmalar:** Bir ülkeye ait bir hava aracı başka bir ülkede kaza yaptığında takip edilecek prosedürler ve kurallar ICAO Annex-13'te belirtilmiştir. Bazı önemli hususlar şu şekildedir:

Karşılıklı güven temelinde iki ülke (ICAO'ya taraf olan) özellikle Annex-13'te belirtilmemiş herhangi bir prosedür üzerinde de anlaşılabilir. Genel olarak kazanın meydana geldiği ülkenin kaza soruşturma sorumlusunu atama, soruşturmayı yürütme ve raporu hazırlama yetkisi vardır. Eğer kaza uluslararası sularda meydana gelmişse bu haklar tescil devletine aittir. Kaza incelemelerinde tescil devletinin yükümlülüğü; olayın meydana geldiği devlete hava aracı, mürettebat ve görev ile ilgili bilgileri vermektir. Bununla birlikte tescil devletinin soruşturmaya katılmak üzere akredite temsilci gönderme hakkı vardır. Bu temsilci ilgili ülkeyi temsil eder ve beraberinde hava aracı



işletmecisi, üreticisi gibi gerekli gördüğü birimlerden danışmanları getirmeye yetkilidir. Üretici devlet ya da dizayn devleti katılımlarının faydalı ve uçuş emniyetine olumlu katkıda bulunacağı değerlendirildiğinde soruşturmaya katılmak üzere akredite temsilci gönderme talebinde bulunabilirler. Bunun değerlendirmesi soruşturmayı yürüten devlet tarafından yapılır ve dolayısıyla iznine tabidir (Wood, 1991, p.162).

Akredite temsilciler (ve danışmanlar) kaza incelemesini yürüten devletin kaza inceleme biriminin kontrolü altında kaza mahalline girebilir, enkazı inceleyebilir, tanık ifadelerine başvurabilir ve sorgulama alanı isteyebilir, her türlü delile anında ve eksiksiz olarak ulaşma hakkına sahip olup ilgili dökümanların hepsinin kopyalarını alabilir, kaza mahalli dışında yapılan malzeme analizi, teknik brifingler, testler ve simülasyonlar gibi soruşturma faaliyetlerine katılabilir, soruşturma müddetince yapılan toplantılara katılabilir, soruşturmanın çeşitli değişkenleriyle ilgili olarak önermelerde bulunabilir, kaza sonuç raporunun bir kopyasını alabilirler (Annex-13, 2001, p.11). Bununla birlikte bu katılımın şekli incelemeyi yürüten devletin yasalarına tabi olarak değişebilmektedir. Mesela ülkemizde akredite temsilciye yönelik olarak düzenlenmiş haklar daha kısıtlıdır.

**1.4.2. Uluslararası Askeri Soruşturmalar:** Askeri bir hava aracı başka bir ülkede kaza yaptığı zaman uygulanacak prosedürler biraz daha farklıdır. Eğer iki devlet de NATO üyesi ise bu durumda Standart NATO Anlaşması 3531 (Stanag 3531) uygulanır. Buna göre her iki devletten birisi, iki devlet ayrı ayrı ya da iki devlet ortaklaşa olarak soruşturmayı yürütebilirler. Çoğunlukla uygulanan prosedür hava aracını işleten ülkenin tek başına soruşturmayı yürütmesidir. Taraf devletlerden birisinin NATO üyesi olmaması durumunda karşılıklı mutabakata varılarak yine NATO prosedürleri takip edilebilir. Eğer bu prosedürler takip edilmeyecekse iki ülke arasında Kuvvetler Anlaşması Statüsü (SOFA : Status of Forces Agreement) mevcutsa, bu anlaşmanın bir bölümü hava aracı kaza ve olaylarını kapsadığından bu kısımlara göre soruşturma yürütülür. Eğer SOFA mevcut değilse ülkelerden biri ya da her ikisi ICAO Annex-13'te gösterilen prosedürleri uygulayabilir. Annex-13 askeri kaza ve olaylara ilişkin prosedürleri kapsamamasına rağmen konu ile ilgili her iki ülkenin de uzlaşabileceği tek

döküman bu olabilir. Eğer bu çözümlerden hiç birisi uygun bulunmazsa olayın çözülmesi iki ülke arasındaki diplomatik uzlaşmaya bağlıdır (Wood, 1991, p.163).

### **1.4.3. Ülkemizde Soruşturmanın Yürütülmesi**

**1.4.3.1. Yabancı Ülke Sivil Hava Araçlarının Türkiye'deki Kazaları:** Türk hava sahasında meydana gelen kaza ve olayların soruşturulmasının başlatılması ve yürütülmesi Ulaştırma Bakanlığı tarafından görevlendirilen Soruşturma Kurulunca yapılır. Yabancı ülke hava araçlarının Türk hava sahasındaki kazalarının soruşturulmasında ICAO Annex-13 beşinci kısımda belirtilen esaslar uygulanır (SHY-13, 1992, s.11). Bu esasların özeti aşağıda açıklanmıştır:

- a) Bakanlık, gerekli gördüğü hallerde taraf devletlerden, konu ile ilgili bilgi isteyebilir veya Akredite temsilci davet edebilir.
- b) Taraf devlet gerekli görürse, kaza ile ilgili olarak bir gözlemci, temsilci gönderebilir. Ancak bu temsilci kaza soruşturma kurulunun çalışmalarına katılamaz, soru soramaz ve delil soruşturmasında taraf olamaz.
- c) Kaza bir yasak bölgede meydana gelmiş ise yabancı devlet temsilcisi kabul edilemez.
- d) Bakanlık, kaza sonuç raporunun bir nüshasını kaza geçiren hava aracının tescilli olduğu ve temsilci gönderen devlete gönderir.
- e) Hava aracı enkazının kaldırılması, aracın tescilli bulunduğu devletle koordine sonucuna göre yapılır.

**1.4.3.2. Türk Hava Aracının Yabancı Ülkelerdeki Kazaları:** Yabancı ülke sahasında Türk hava aracının kaza geçirmesi halinde Bakanlık; kazanın meydana geldiği devletin isteği veya kendi isteği ile soruşturma kurulunun çalışmalarına katılmak üzere Akredite temsilci gönderir. Lüzum görürse ayrıca gözlemci de gönderebilir (SHY-13, 1992, s.12).

**1.4.3.3. Türk Hava Aracının Uluslararası Hava Sahasındaki Kazaları:** Kazanın uluslararası hava sahasında olduğu kat'i olarak tesbit edildiğinde, soruşturma Bakanlıkça

başlatılır ve yürütülür. Ancak, lüzumu halinde soruşturmanın tamamı veya bir kısmı anlaşma ile diğer bir devlete devredilebilir (SHY-13, 1992, s.12).

### 1.5. Hava Aracı Kazalarına Genel Bakış ve Genel Sebep Faktörleri

Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Taşımacılık Güvenlik Teşkilatı (NTSB) 'nın 1985 ile 2004 yılları arasında meydana gelen kazalara ait yaptığı istatistiklerin sonucu aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Yıl	Kazalar		Ölüm		Uçuş Saati	Uçulan Mesafe	Kalkış	Her 100 Bin Uçuş Saati Başına Kaza Oranı		Uçulan Her 1 Milyon Mil Başına Kaza Oran		Yapılan Her 100 Bin Kalkışa Düşen Kaza Oranı	
	TOP.	Ölümlü	TOP.	Uçakta				TOP.	Ölümlü	TOP.	Ölümlü	TOP.	Ölümlü
1985	21	7	526	525	8,709,894	3,631,017,000	6,306,759	0.241	0.080	0.0058	0.0019	0.333	0.111
1986	24	3	8	7	9,976,104	4,017,626,000	7,202,027	0.231	0.020	0.0057	0.0005	0.319	0.028
1987	34	5	232	230	10,645,192	4,360,521,000	7,601,373	0.310	0.038	0.0076	0.0009	0.434	0.053
1988	30	3	285	274	11,140,548	4,503,426,000	7,716,061	0.260	0.018	0.0064	0.0004	0.376	0.026
1989	28	11	278	276	11,274,543	4,605,083,000	7,645,494	0.248	0.098	0.0061	0.0024	0.366	0.144
1990	24	6	39	12	12,150,116	4,947,832,000	8,092,306	0.198	0.049	0.0049	0.0012	0.297	0.074
1991	26	4	62	49	11,780,610	4,824,824,000	7,814,875	0.221	0.034	0.0054	0.0008	0.333	0.051
1992	18	4	33	31	12,359,715	5,039,435,000	7,880,707	0.146	0.032	0.0036	0.0008	0.228	0.051
1993	23	1	1	0	12,706,206	5,249,469,000	8,073,173	0.181	0.008	0.0044	0.0002	0.285	0.012
1994	23	4	239	237	13,124,315	5,478,118,000	8,238,306	0.168	0.030	0.0040	0.0007	0.267	0.049
1995	36	3	168	162	13,505,257	5,654,069,000	8,457,465	0.267	0.022	0.0064	0.0005	0.426	0.035
1996	37	5	390	350	13,746,112	5,873,108,000	8,228,810	0.269	0.036	0.0063	0.0009	0.450	0.061
1997	49	4	8	6	15,838,109	6,696,638,000	10,318,383	0.309	0.025	0.0073	0.0006	0.475	0.039
1998	50	1	1	0	16,816,555	6,736,543,000	10,979,762	0.297	0.006	0.0074	0.0001	0.455	0.009
1999	51	2	12	11	17,555,208	7,101,314,000	11,308,762	0.291	0.011	0.0072	0.0003	0.451	0.018
2000	56	3	92	92	18,299,257	7,524,027,000	11,468,229	0.306	0.016	0.0074	0.0004	0.488	0.026
2001	46	6	531	525	17,814,191	7,294,191,000	10,954,832	0.236	0.011	0.0058	0.0003	0.383	0.018
2002	41	0	0	0	17,290,198	7,192,501,000	10,508,473	0.237	-	0.0057	-	0.390	-
2003	54	2	22	21	17,433,964	7,280,383,000	10,422,862	0.310	0.011	0.0074	0.0003	0.518	0.019
2004	28	2	14	14	17,575,000	7,378,300,000	10,765,000	0.159	0.011	0.0038	0.0003	0.260	0.019
TOP.	699	76	2931	2822	279741094	115388425000	179003259	4.885	0.556	0.1186	0.0135	7.534	0.896

**Tablo 1.1** Kaza Oranları (NTSB, 2005)

Tablo incelendiğinde 1985 ile 2004 yılları arasında havayolu taşımacılığında toplam 699 büyük kaza meydana geldiği görülmektedir. Bu kazalarda toplam 2931 kişi hayatını kaybetmiştir. Hava taşımacılığının her geçen gün öneminin artması ve havacılık sektöründeki hızlı gelişmeler sayesinde 1985'ten 2004 yılına kadar uçuş saatleri, uçulan mesafeler ve kalkış sayıları ortalama olarak iki kat artmıştır. Bununla birlikte kaza

oranları incelendiğinde bazı yıllarda artış ve bazı yıllarda düşüşle dalgalı bir seyir göze çarpmaktadır. Düşüşlerde havacılık kuralları, hava araçlarının her geçen gün daha modern ve güvenli hale getirilmesinin yanında en büyük etken kaza inceleme tekniklerinin gelişimi ve sebep faktörlerinin ortaya çıkarılarak gerekli tedbirlerin alınmasıdır. Bazı yıllarda meydana gelen artışlar da hava araçlarında kaza sebep faktörlerinin çok çeşitli olmasından, dahası kazalarda önemli yer teşkil eden insan hatalarının ya da meteorolojik koşullar gibi bazı değişkenlerin kontrol altında tutulamamasından kaynaklanmaktadır.

Kaza ve ölüm oranlarının uçuşun hangi safhasında meydana geldiğine göre Boeing Şirketi tarafından yapılan araştırma sonuçları ise aşağıdaki şekilde görülmektedir.



**Şekil 1.1** Uçuşun Safhalarına Göre Kaza ve Ölüm Oranları (Statistical Summary Of Jet Airplane Accidents, 2005)

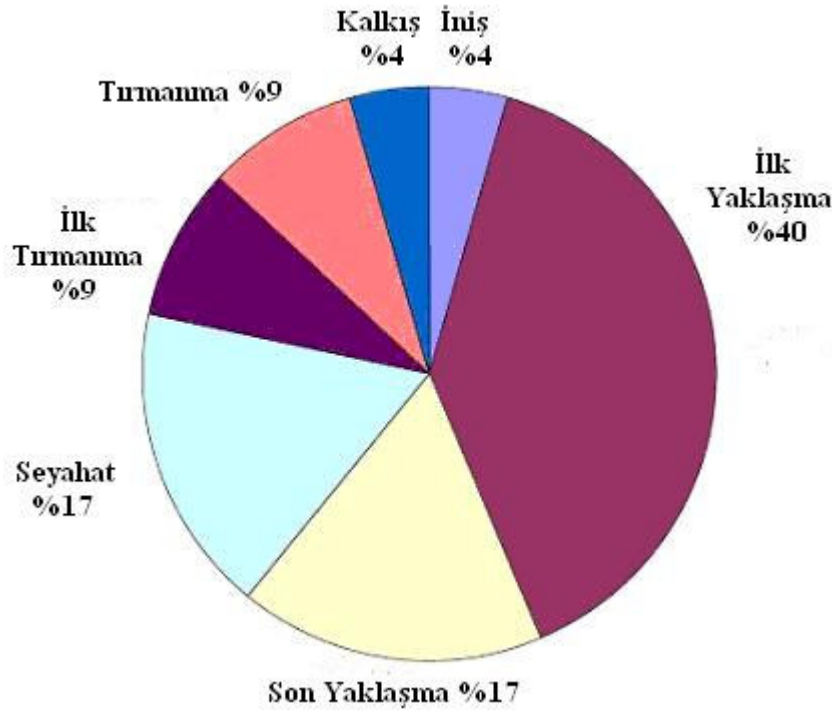
Bu şekil incelendiğinde ise kazaların büyük çoğunluğunun iniş safhasında meydana geldiği fakat ölüm oranının ise kalkış ve tırmanma esnasında meydana gelen kazalarda en yüksek olduğu görülmektedir. Yani bir hava seyahatinde en kritik safhalar kalkış ve iniş safhalarıdır.

Türkiye hava sahasında 1950-2003 yılları arasında ağırlığı 5700kg.dan fazla olan uçakların karıştığı 23 adet büyük ve ölümlü kaza meydana gelmiştir (Çavdar,2003). Bu kazalar ve sebepleri Tablo 1.2’de görülmektedir.

TARİH	UÇAK TİPİ	İŞLETMECİ	ÖLÜM	YER	UÇUŞ SAF.	NEDEN
25 Mart 1950	DC-3	DHY	15	Ankara	İniş	İnişte yere çarpma ve Yangın
3 Ağust. 1953	Lockheed L-749A	Air France	4	Fethiye	Seyahat	Pervane Arızası
25 Eylül 1953	DC-3	DHY	5	Etimesgut	İlk Tırmanma	Motor Yangını
5 Ocak 1954	DC-3	DHY	4	Lapseki	Seyahat	Tepeye çarpma
3 Nisan 1954	DC-3	DHY	25	Adana	Tırmanma	Belirsiz
23 Nisan 1959	Avro 688 Super Trader	Air Charter	12	Süphan Dağı	Seyahat	Pilotaj (Meteorolojik seb.)
19 Ocak 1960	SE - 210 Caravelle	SAS	42	Ankara	Son Yakl.	Pilotaj
23 Eylül 1961	Fokker F-27	THY	28	Ankara	İlk Yakl.	Pilotaj
21 Aralık 1961	DH-106 Comet B	BEA	27	Ankara	İlk Tırmanma	Pilotaj
8 Mart 1962	Fairchild F-27	THY	11	Toros Dağı	İlk Yaklaşma	Pilotaj (Meteorolojik seb.)
1 Şubat 1963	Vickers 754D Viscount	Middle East Airlines	14 +3 +87	Ankara	İlk Yaklaşma	Pilotaj (Uçuş planına uyulmaması sonucu başka bir uçakla çarpışma)
3 Şubat 1964	DC-3 (Kargo)	THY	3	Ankara	İlk Yaklaşma	Pilotaj
21 Ocak 1972	DC-9-32	THY	1	Adana	İlk Yaklaşma	Basınçlandırma sistem arızası
26 Ocak 1974	Fokker F-28-1000	THY	66	Cumaovasi	Kalkış	Buzlanma (Meteorolojik)
30 Ocak 1975	Fokker F-28-1000	THY	42	Marmara Denizi	İlk Yaklaşma	Belirsiz. Muhtemel sebep pist ışıklarının sönmesi sebebiyle pas geçme sonrası yakıt bitmesi (Pilotaj)
20 Eylül 1976	Boeing 727-2F2	THY	154	Isparta Karatepe	İlk Yaklaşma	Pilotaj. (Isparta karayolunun Antalya pisti sanılması)
23 Aralık 1979	Fokker F-28	THY	41	Çubuk	İlk Yaklaşma	Pilotaj
16 Ocak 1983	Boeing 727-2F2	THY	42	Ankara	Son yaklaşma	Pilotaj. (50 m erken tekerlek koyma )
2 Ocak 1988	Boeing 737-230	Condor Flugdienst	16	Seferihisar	İlk Yaklaşma	Pilotaj
29 Aralık 1994	Boeing 737-4YO	THY	57	Van	Son Yaklaşma.	Pilotaj (Kötü hava koşulları seb.)
7 Nisan 1999	Boeing 737-4QS	THY	6	Adana	Tırmanma	Pilotaj (Kötü hava koşulları seb.)
29 Aralık 1999	Antanov 28	Ecuato Guineana de Aviacion	6	Zonguldak	Seyahat	Belirsiz.
8 Ocak 2003	Avro RJ-100	THY	75	Diyarbakır	Son Yaklaşma.	Pilotaj (Sis nedeniyle düşük görüş ve karar irtifasının altına inilmesi.)

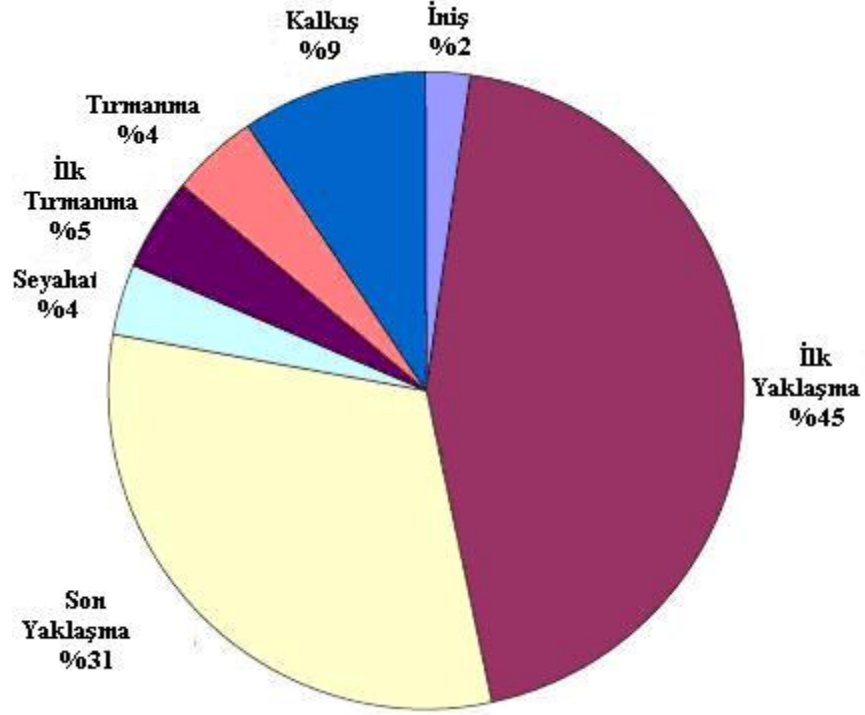
**Tablo 1.2** 1950-2003 Yılları Arasında Türk Hava Sahasında Meydana Gelen Kazalar (Accident Database, 2005: Aviation Safety Network, 2005)

Şekil 1.2’de bu kazaların uçuşun safhalarına dağılımı görülmektedir. Buna göre Türk hava sahası’nda en fazla kaza uçuşun yaklaşma safhasında meydana gelmiştir. Yaklaşma safhası içinde ise en çok ilk yaklaşma (%40) daha sonra ise son yaklaşma (%17) safhasında kazalar meydana gelmiştir.



**Şekil 1.2** Türk Hava Sahasındaki Kazaların Uçuşun Safhalarına Göre Dağılımı (Çavdar, 2003).

Bu kazalarda ölüm oranının en yüksek olduğu safhalar ise ilk yaklaşma ve son yaklaşma safhalarıdır. Bu durum Şekil 1.3’te görülmektedir. Şekle göre ülkemizde en ölümcül kazalar uçuşun ilk yaklaşma safhasında meydana gelmiştir. (%45). İkinci en ölümcül kazalar ise son yaklaşma safhasında meydana gelen kazalardır (%31). Yani ülkemizdeki ölümcül kazaların %76 gibi çok büyük bir oranının genel olarak yaklaşma safhasında meydana geldiği görülmektedir. Son yaklaşma safhasında meydana gelen kazaların en sonuncusu 8 Ocak 2003 tarihinde Diyarbakır’da meydana gelmiş ve 75 kişi hayatını kaybetmiştir.



**Şekil 1.3** Türk Hava Sahasındaki Kazalarda Uçuşun Safhalarına Göre Ölüm Oranları (Çavdar, 2003)

Hava aracı kazalarının sebep faktörleri, pilotaj, malzeme, idari ve diğer faktörler olmak üzere dört başlık altında incelenir.

**1.5.1. Pilotaj Faktörü:** Meydana gelmiş olan birçok hava aracı kazasında yapılan kaza incelemeleri pilotaj hatalarının ciddi bir yer tuttuğunu göstermektedir. Pilotaj faktörü aşağıda açıklanan dört kısımda incelenir (SHY-13, 1992, s.21).

**1.5.1.1. Muhakeme Faktörü :** Mevcut durum ve şartlara uygun olmayan ve pilot tarafından verilen yanlış karar sonucu meydana gelen hava aracı kazalarıdır (SHY-13, 1992, s.21).

**1.5.1.2. Kullanma Tekniği Faktörü:** Hava aracının kumanda ve sistemlerinin kullanılmasında yeteneksizlik ve çeşitli göstergelerin yanlış kıymetlendirilmesi gibi kullanma tekniği noktasından ileri gelen kazalardır. Kullanma tekniği daha çok hava



aracının limitleri ve bu limit değerlerine uyulup uyulmaması ile ilgili bir faktördür. Pilotun manevra ve kullanma limitlerini iyi bilmesi ve bunlara harfiyen uyması gerekmektedir (SHY-13, 1992, s.21).

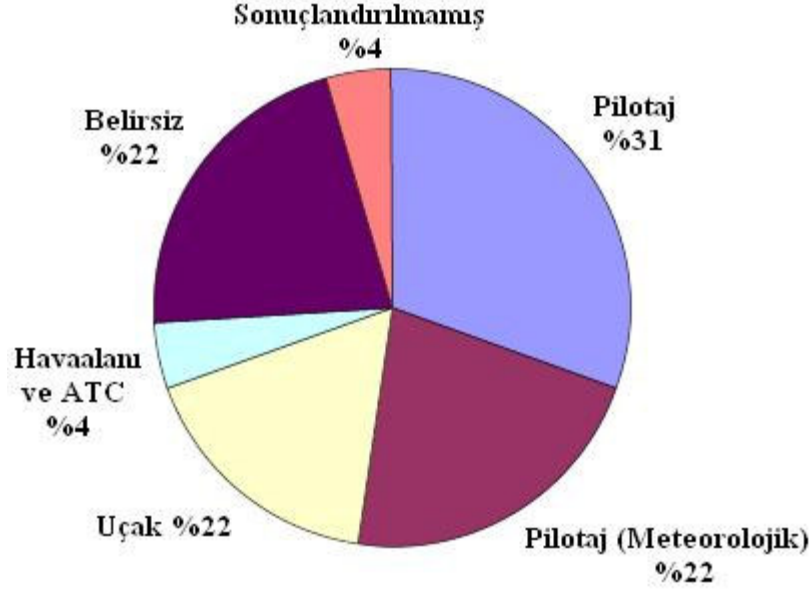
**1.5.1.3. Dikkatsizlik Faktörü:** Dikkatsizlik nedeniyle meydana gelen hava aracı kazalarıdır (SHY-13, 1992, s.21).

**1.5.1.4. Bilgisizlik Faktörü:** Hava aracı ile ilgili teknik bilgi eksikliği ile uçuş görevinin yapılışına ait bilgilerdeki eksikliklerden ileri gelen hava aracı kazalarıdır (SHY-13, 1992, s.21).

**1.5.1.5. Disiplinsizlik Faktörü:** Kanun, yönetmelik, yönerge ve emir esaslarını tam olarak uygulamama ve aykırı davranışlar sonucu meydana gelen hava aracı kazalarıdır (SHY-13, 1992, s.21).

**1.5.1.6. Sağlık Faktörü:** Vücut yapısı, ruhi bozukluklar ve oryantasyon bozukluğu gibi tıbbi yönleri ihtiva eden sebepler sonucu meydana gelen hava aracı kazalarıdır (SHY-13, 1992, s.21).

Ülkemizde meydana gelen ve tablo 1.2’de gösterilen kazalarda pilotaj faktörü önemli bir yer tutmaktadır. Şekil 1.4 incelendiğinde toplam pilotaj faktörünün % 53 gibi büyük bir oranda olduğu görülecektir. Bu % 53’lük oran hem yalnızca pilotaj tekniğinden kaynaklanan kazaları ve hem de meteorolojik şartların pilotun zor bir durumda kalarak hata yapmasına sebep olduğu kazaları içermektedir.



**Şekil 1.4** Türk Hava Sahasındaki Kazalarda Pilotaj Faktörü (Çavdar, 2003)

Amerikan Ulusal Taşımacılık Güvenlik Teşkilatı (NTSB) verilerine göre de hava aracı kazaları sebep faktörlerinde en büyük oranı pilot hataları oluşturmaktadır. NTSB tarafından 1950 ile 2004 yılları arasında meydana gelen 2147 adet kazaya ilişkin olarak toplanan istatistiki bilgiler Tablo 1.3'te gösterilmiştir. Buna göre toplamda pilot hataları %53' lük bir paya sahiptir. Tablodaki "Diğer İnsan Hataları" hava trafik kontrol görevlilerinin hatalarını, uçağın yanlış yüklenmesi, bakım faktörü ve yakıt kirlenmesi gibi hususları içermektedir. Pilotaj faktörünü oluşturan alt koşullar da yine Tablo 1.4'te gösterilmiştir. Bu tablo incelendiğinde de pilot hatalarında en önemli kısmı profesyonel olmayan tutumların yani disiplinsizliğin oluşturduğu görülecektir.

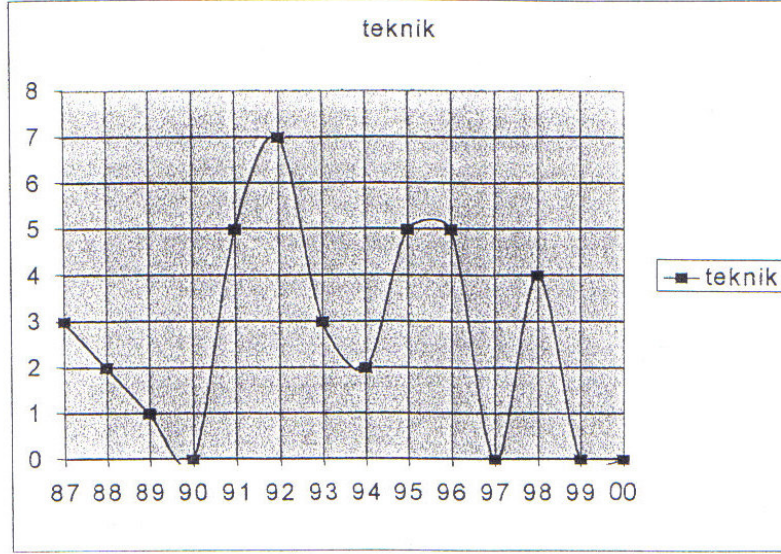
Yüzde Olarak Ölümcül Kaza Oranları						
Sebepler	1950'ler	1960'lar	1970'ler	1980'ler	1990-2004	Toplam
Pilotaj	43	34	26	29	30	32
Pilotaj (Hava Durumuna Bağlı)	9	19	16	17	20	16
Pilotaj (Mekanik Sebeplere Bağlı)	7	5	4	4	6	5
<b>Toplam Pilotaj Faktörü</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>56</b>	<b>53</b>
Diğer İnsan Hataları	2	8	9	7	7	7
Meteorolojik Koşullar	15	9	12	14	8	11
Mekanik Arızalar (Malzeme)	19	19	21	19	20	20
Sabotaj	5	4	9	11	8	8
Diğer Sebepler	0	2	3	1	1	1

**Tablo 1.3.** 1950-2004 Yılları Arasında Meydana Gelen Kazalarda Genel Sebep Faktörleri (NTSB, 2005)

Profesyonel Olmayan Tutumlar	47%
Görsel Algılama Hataları	19%
Pilotaj Tekniği	21%
Uçuşta Yanlış Muhakeme ve Kararlar	5%
Teçhizat ve Aletlerin Hatalı Kullanımı	6%
Belirlenemeyen Sebepler	4%

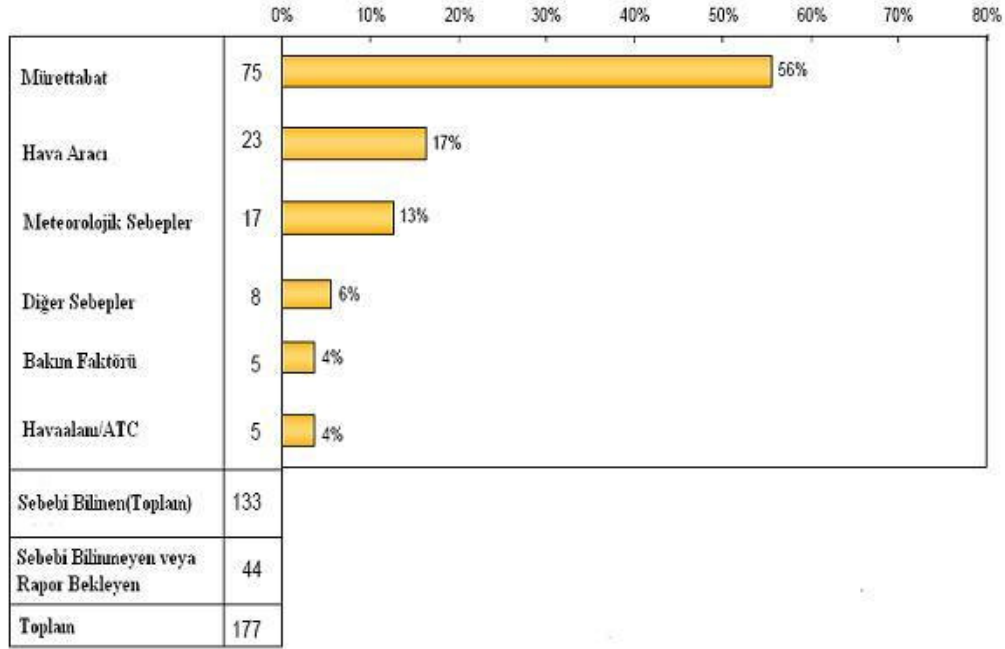
**Tablo 1.4.** Pilot Hataları (NTSB, 2005)

**1.5.2. Malzeme Faktörü:** Malzemenin yorulması, bozulması, kendi kendine kırılması, yapım yetersizliği ile hava aracının bölümleri, aksesuarları, teçhizatları ve diğer parçalarında hiçbir kimsenin kusuru bulunmayan teknik sebepler sonucu meydana gelen kazalardır (SHY-13, 1983, s.21). Ülkemizde 1987 ile 2000 yılları arasında meydana gelen 228 adet hava aracı kazasında mekanik (teknik) sebepler sonucu meydana gelenlerin miktarları aşağıdaki Şekil 1.5'te gösterilmiştir. Şekilden de anlaşıldığı gibi 1992 yılından sonra teknik sebeplerle meydana gelen kazalarda büyük oranda azalma meydana gelmiştir.



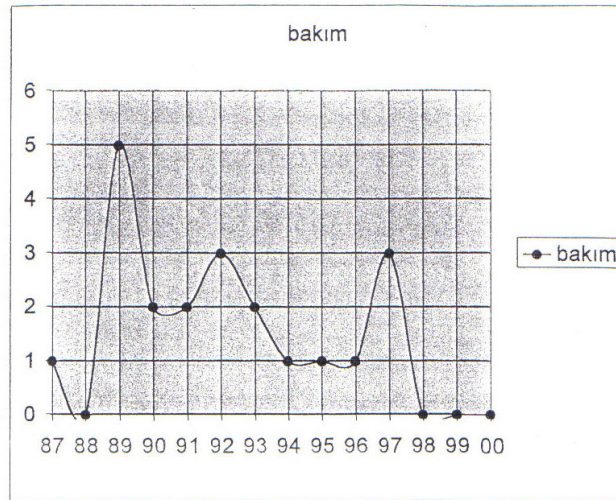
**Şekil 1.5** Ülkemizde Meydana Gelen Kazalarda Teknik Sebepler (Malzeme Faktörü) (Kesici, 2000)

**1.5.3. Bakım Faktörü:** Hava aracının teknik el kitaplarına göre yapılmayan hatalı bakım, onarım, arıza giderme, revizyon, normal bakım, kontrol ve tadilat işlemleri sonunda meydana gelen kazalardır (SHY-13, 1983, s.21). Havacılık sektöründe bakımın çok önemli ve kritik bir faktör olduğunun çok iyi bilinmesi sebebiyle bakımlar teknik yayınlara tam riayet edilerek yapılmaktadır. Bu sebeple bakım faktörü genel kaza sebepleri düşünüldüğünde oldukça düşük bir orana sahiptir. Boeing Firması tarafından yapılan araştırmaya göre bakım faktörü sebebi bilinen kazalar içinde %4'lük bir orana sahiptir. Şekil 1.6'da da görüldüğü üzere bakım ve havaalanı veya hava trafik kontrol ünitelerinin hatalarından kaynaklanan kaza oranı en düşük, mürettebatın hatasından kaynaklanan kaza oranı ise en yüksektir.



**Şekil.1.6.** Bakım Faktörünün Sebep Faktörleri Arasındaki Oranı (Statistical Summary Of Jet Airplane Accidents, 2005)

Yine ülkemizde 1987-2000 yılları arasında meydana gelen 228 adet kazada bakım hatası sonucu meydana gelenlerinin miktarı Şekil 1.7’de gösterilmiştir.



**Şekil 1.7** Ülkemizde Meydana Gelen Kazalarda Bakım Faktörü (Kesici, 2000)

**1.5.4. İdari Faktörler:**İdari faktörler aşağıda açıklanan tali sınıfları kapsar:

**1.5.4.1. Sevk ve İdare Faktörü:** Mevcut durum ve şartlar ile görevin özelliklerine uygun olarak personel ve malzemenin kullanılmaması, gerekli önlemlerin alınmaması, yerde ve uçuşta kontrol görevinin tam olarak yapılamaması sonucunda meydana gelen kazalardır (SHY-13, 1992, s.22).

**1.5.4.2. İdari Disiplinsizlik Faktörü:** Sevk ve idare kademesinde mevcut esasların uygulanmaması veya eksik uygulanması sonucunda meydana gelen kazalardır (SHY-13, 1992, s.22).

**1.5.5. Diğer Faktörler:** Pilotaj, malzeme, bakım ve idari faktörler dışındaki sebeplerle meydana gelen kazalardır. Kuş çarpması, YAMAHA (yabancı madde hasarı) tesiri, seyrüsefer yardımcılarının arızalanması, meteorolojik nedenler ve benzeri faktörler diğer faktörler olarak değerlendirilir (SHY-13, 1992, s.22).

## **1.6. Hava Aracı Kaza İncelemesinde Sorumluluklar**

**1.6.1. Kaza / Olay Devletin Sorumlulukları:** Kaza / Olay devleti bir kaza ya da olayı en seri ve en uygun haberleşme vasıtasıyla ve minimum gecikmeyle Tescil Devletine, İşletmeci devlet ya da firmaya, Dizayn devletine, Üretici devlete ve kaza veya olaya karışan hava aracının ağırlığı 2250 kg. ın üzerindeyse ICAO'ya bildirmekle yükümlüdür. Bununla birlikte kaza / olay devleti meydana gelmiş olan ciddi bir olaydan haberdar değilse bu bildirim işini kayıt devleti veya işletmeci devlet yapar. Bu bildirim yine aynı esaslarda dizayn devletine, üretici devlete ve kaza / olay devletine yapılır (Doc 9756, 2000).

**1.6.2. İmalatçı, Tescil ve İşletmeci Devletin Sorumluluğu:** Tescil ve işletmeci devlet, kaza bildirimini alır almaz, kaza geçiren hava aracına ve uçuş ekibine ait bilgileri kazanın

meydana geldiği devlete gönderir. Akredite temsilci gönderip göndermeyeceğini ve gönderecekse tarihini bildirir (Doc 9756, 2000).

## **1.7. Hava Aracı Kaza İnceleme Safhaları ve Faaliyetler**

### **1.7.1. Organizasyon ve Planlama**

**1.7.1.1. Kaza İnceleme Faaliyetinin Planlanması:** İnceleme faaliyetinin amacına uygun olarak başarılabilmesi için doğru bir şekilde planlanması ve uygulanması gerekmektedir. Ekip üyelerinin yapılacak çok çeşitli faaliyetlerin farkında olması ve bunları başarabilecek özelliğe sahip olmalarının sağlanması için soruşturma faaliyetinin ana kısımları çok iyi planlanmalıdır. Büyük bir kazanın incelenmesinde soruşturmayı kapsamlı bir şekilde yürütebilmek için uzmanlık alanlarına göre ayrılmış geniş bir ekibin teşkil edilmesi gereklidir. Küçük uçakların karıştığı kazalarda ise soruşturma faaliyetleri nispeten daha küçüktür. Fonksiyonlar hala aynı olmasına rağmen soruşturma bir veya iki incelemeci tarafından yürütülebilir. Bununla beraber kazaya karışan uçak küçük olsa bile yine de inceleme öncesi planlama faaliyeti oldukça önemlidir ve gözardı edilmemelidir (Doc 9756, 2000).

Büyük bir kazanın incelenmesinde soruşturma faaliyetlerinin etkin ve verimli bir şekilde yürütülebilmesi için aynı oranda büyük ve kapsamlı bir ekip teşkil edilmelidir. Soruşturma faaliyetlerinde mevcut personelden optimum şekilde yararlanılması için uygun bir planlama yapılması gerekir. Kaza inceleme heyeti belli gruplara ve alt gruplara ayrılır. Her bir soruşturma grubunda kazaya ait belli bölümleri inceleyecek yeterli sayıda üye bulunur. Bir kaza inceleme faaliyetinde oluşturulabilecek gruplar şu şekilde olabilir: Uçuş İşlemleri, Bakım ve Hava Aracı Kayıtları, Arazi İncelemesi, Hayatta Kalma/Kabin Güvenliği, İnsan Faktörleri, Yapısal İncelemeler, Sistemler, Güç Üniteleri, Veri Kayıt Cihazları, Meteoroloji ve Hava Trafik Servisleri, Hava Alanları. Koşullar ve kazanın karmaşıklığı gerekli grupların tespitinde belirleyici olur (Doc 9756, 2000).

Kaza incelemelerinde önceden oluşturulmuş olan Kontrol Listeleri'nin (Check-list) kullanılması oldukça faydalıdır. Her kontrol listesi bir görevler dizisi içerir. Bu görevlerin yerel koşullar ve prosedürlerden dolayı ülkeden ülkeye farklılık göstermesi sebebiyle kontrol listeleri; ilgili ülkeyle uyumlu olması ve soruşturmanın organizasyonuna ve idaresine uygunluğu yönünden gözden geçirilmelidir. Faaliyetlerin kontrol listelerine göre düzenlenmesi soruşturma sorumlusuna, soruşturmacılar ve diğer gruplar tarafından nelerin yapılması gerektiğini açıkça gösterir. Aynı zamanda soruşturma sorumlusuna soruşturma faaliyetine ilk defa katılan ve özel tavsiyelere ihtiyacı olan görevlileri yönlendirme ve rehberlik yapma imkanı da tanır. Kontrol listelerinde sıralanan her maddenin tek tek yerine getirilmesinin zorunlu olmadığı ve şartlara göre bazen ilave maddelerin de eklenebileceği bilinmelidir. Listeleri kullanırken soruşturmacılar her bir basamağın tamamlandığı tarih, ilerde yapılması gereken faaliyetler ya da o basamakla ilgili özel koşulları not almalıdırlar (Doc 9756, 2000).

**1.7.1.2. Belge Kayıt ve Örneklerin Emniyeti:** Bir kaza durumunda ilgili kaza soruşturma otoritesinden gerekli talimatlar verilene kadar uçuşla ilgili görülen bütün hava trafik servisi haberleşme kayıtları ve dökümanlar güvenli ve emniyetli bir şekilde muhafaza edilmelidir. Uçuş, uçuş mürettebatı ve hava aracının işletmecisine ait dökümantasyonun da süratle ulaşılarak emniyet altına alınması gerekir. Olayın haber alınmasıyla birlikte meteorolojiden özel bir hava durum raporu alınması ve yakıt şirketleriyle, ikmal ya da stok noktalarından yakıt numunesi alınması için önceden gerekli koordinasyonlar yapılmış olmalıdır (Doc 9756, 2000).

### **1.7.2. Hava Aracı Kazalarının Bildirilmesi:**

Bir hava aracı kazası meydana geldiğinde hava aracının üzerinde meydana gelen hasar, diğer malzeme hasarı, ölü ve yaralı durumu, resmi ve özel mülke zarar ve ziyan hakkında bilgiler telefon, teleks veya mesajla ilgili kaza inceleme otoritesine bildirilir. Ülkesinde bir hava aracı kazası meydana gelen bir Kaza/Olay Devleti minimum gecikme ve en seri iletişim vasıtası ile bu haberi kayıt devletine, işletmeci devlete, dizayn devletine, üretici devlete ve ilgili hava aracının gros ağırlığı 2250 kg'dan fazla ise Uluslararası Sivil



Havacılık Teşkilatı'na (ICAO) bildirecektir. Bu bildirim açık ve sade bir dille yapılır (Annex-13, 2001, p.5).

Ülkemizde bildirim Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık ünitelerine yapılır. Büyük kazalar, ölüm ve ağır yaralanma ile sonuçlanan kazalar yaşanması ve uçuş sırasında hava aracının herhangi bir kısmı veya bir sisteminde yangın çıkması halinde durum en seri haberleşme vasıtasıyla, en kısa zamanda Ulaştırma Bakanlığı'na bildirilir. Kazanın oluşu anından itibaren Ulaştırma Bakanlığı soruşturma kurulu tarafından verilecek müsaadeye kadar hava aracı ve bütün parçaları kaza yerinde oldukları gibi muhafaza edilir. Kurtarma işlemleri veya gerekli emniyet tedbirleri maksadıyla yapılan müdahaleler hariç, kazanın incelenmesine yardım edecek herhangi bir delilin ortadan kalkmasına veya soruşturmanın sıhhatini bozacak bir değişiklik yapılmasına izin verilmez. Küçük kazalar ise Ulaştırma Bakanlığına mesajla veya diğer usullerle bildirilir. Hava aracı ve kaza delillerinin olduğu yerde korunmasına lüzum yoktur. Küçük kazaların soruşturması işletmeci tarafından yaptırılır ve raporun kopyası Ulaştırma Bakanlığı'na gönderilir (SHY-13, 1992, s.11).

### **1.7.3. İnceleme Ekibinin Teşkil Edilmesi:**

Bir hava aracı kazası veya bir kırım olduğunda öncelikle bir inceleme ekibi oluşturulur. Bu ekip kazanın sebeplerini araştırmak ve alınması gereken tedbirleri tespit etmek amacıyla yönelik olarak çalışır. Bu ekip konularında tecrübeli ve bilgili ihtiyaç duyulan her türlü uzmanlık alanından yeteri kadar uzman ile desteklenir.

Oluşturulacak kaza inceleme ekibi kazanın büyüklüğüne göre farklılıklar gösterebilir. Bazı katılımcılar katılabilir ya da katılmalarına gerek görülmeyebilir. Genel itibariyle bir kaza inceleme heyeti şu katılımcılardan oluşur: Hava trafik kontrol uzmanı, meteoroloji uzmanı, uçuş operasyonları uzmanı, insan performansı uzmanı, yapısal analiz uzmanı, sistem inceleme uzmanı, motor inceleme uzmanı, bakım kayıtları uzmanı, hayatta kalma faktörleri inceleme uzmanı, hava aracı performansı uzmanı, kokpit ses kayıt cihazı uzmanı, veri kayıt cihazı uzmanı ve metalurji uzmanı. İnceleme ekibine

avukatların, sigorta şirketi temsilcilerinin, ailelerin, medya mensuplarının, diğer havayolu şirketleri ve üretici firmalardan kimselerin katılması uygun değildir (NTSB Manuel, 2002, p.1).

Ülkemizde kaza inceleme heyeti Ulaştırma Bakanlığı tarafından ilgili konularda uzman kimselerden seçilerek belirlenir. Oluşturulacak ekip kazanın “büyük kaza” ya da “küçük kaza” olmasına göre farklılıklar gösterir. Buna göre küçük bir kaza meydana geldiğinde oluşturulacak ekip şu şekildedir: Kontrol pilotu, uçuş emniyet ve kaza kırım uzmanı, uçak mühendisi veya uçak bakım uzmanı ve gerekli ise hava trafik uzmanı. Meydana gelen büyük bir kazada ise ekip; kurul başkanı, kontrol pilotu, uçuş emniyet ve kaza kırım uzmanı, uçak mühendisi veya uçak bakım uzmanı, hava trafik uzmanı, havaalanı tesis ve kolaylıkları uzmanı, haberleşme uzmanı, meteoroloji uzmanı, hareket ve yer işletme uzmanı ve gerekli görülen diğer uzmanlardan oluşur (SHY-13, 1992, s.7-8). Burada bahsedilen ekipler minimum miktarda katılımı gereken kimseleri göstermektedir. Bunların yanında gerekli görülen her türlü bilim dalından uzmanlar bu ekiplere dahil edilebilmektedir. Bununla birlikte yukarıda bahsedilen insan performansı uzmanı, yapısal analiz uzmanı, hayatta kalma faktörleri uzmanı, veri kayıt cihazı uzmanı vb. elemanlar ülkemizdeki kaza inceleme biriminde bulunmamaktadır. Bu tür durumlarda genellikle üniversitelerin ilgili ya da yakın bilim dallarına mensup görevlilerinden ya da diğer ülkelere ait kaza inceleme birimlerinin ilgili elemanlarından yardım istenmektedir.

#### **1.7.4. Olay Yerindeki Çevresel Ve Doğal Tehditler:**

Çevresel ve doğal tehlikeler sert iklim koşulları, dağlık arazi, çöller, ormanlar, bataklıklar, zehirli bitkiler, tehlikeli hayvanlar ve böcekleri içermektedir. Bu tür bölgelerde inceleme ekipleri gruplar halinde çalışmalı, yanlarında ilk yardım kiti ve haberleşme araçları bulunmalıdır (NTSB Manuel, 2002, App.G-1).

**1.7.4.1. Sert İklim Koşulları:** İnceleme ekipleri mevsim ve arazi koşullarına bağlı olarak aşırı sıcak ve soğuk koşullarla karşılaşabilirler. Uzak bir bölgede birkaç saat geçiren incelemeciler eğer ulaşım olanakları yeterli değilse bir anda geceyi orada geçirmekle

karşı karşıya kalabilirler. Hareket etmeden önce o anki ve birkaç günlük hava tahminleri önceden kontrol edilmelidir (Doc 9756, 2000).

**1.7.4.1.1. Soğuk Havalarda:** Donma ve hipotermiyi engellemek için yeterli giyinilmeli, teri emecek şekilde kat kat giyinilmeli, kardan kaynaklanan oryantasyon bozukluğuna karşı dikkatli olunmalı, güneş gözlüğü ve koruyucular kullanılmalı, su kaybını önlemek için sıvı alınmalıdır (NTSB Manuel, 2002, App.G-12).

**1.7.4.1.2. Sıcak Havalarda:** Yeterli içme suyu alınmalı, yoğun bir faaliyette bulunuluyorsa her saatte bir en azından yarım litre su ya da meyve suyu içilmeli, sıcak çarpması ve bunalma belirtilerine karşı hazırlıklı olunmalı, geniş terekli şapkalar ve bol rahat elbiseler giyilmelidir (NTSB Manuel, 2002, App.G-12).

**1.7.4.2. Dağlık Arazi :** Yüksek irtifada çalışmada en önemli sorun enerji kaybı, ağrılar, uyuma güçlüğü, iştah kaybı, baş ağrısı, uyuşukluk ve solgun bir ciltle karakterize edilen irtifa hastalığıdır. Enerjiyi muhafaza edebilmek için aktiviteler kontrol altına alınmalıdır. Eğer irtifa hastalığından şüphelenilirse kişi oturmalı veya uzanmalıdır. Ciddi durumlarda kişi derhal alçak bir irtifaya indirilmelidir. Dağlık bölgelerde çalışırken fizik yoğun faaliyetler deniz seviyesinden 8000 feet (2438m.) üzerinde kısıtlanmalı, sık sık dinlenilmeli, yüksek irtifalarda oksijen hazırlanmalı, su kaybına karşı su veya sulu içecekler alınmalı, güneşten koruyucu elbiseler giyilmeli, güneş gözlüğü ve şapka takılmalı, inceleme ekibine eşlik eden yerel rehberin tavsiyelerine uyulmalıdır (Doc 9756, 2000).

**1.7.4.3.Çöl :**Geniş terekli şapkalar ve bol rahat elbiseler giyilmeli, güneş gözlüğü kullanılmalı, bolca su alınmalı, günün sıcak saatlerinde aktiviteler sınırlanmalı ve kenarları açık üstü kapalı güneş korunakları yapılmalı, yerel halktan şoför alınmalı, geceleri sıcaklık düşmesi ve ısı kaybına karşı gerekli elbise ve sığınak imkanlarına karşı dikkat edilmelidir (Doc 9756, 2000).

**1.7.4.4.Ormanlık Alanlar:** Pantolon paçaları ve botların ağız kısmı ip, lastik ya da koli bandı ile kapatılarak sülük, böcek ya da sürüngenlere karşı tadbir alınmalı, bol miktarda içme suyu getirilmeli, aktiviteler azaltılarak sıcak ve nemin negatif tesirleri telafi edilmeli, ekibin diğer üyeleriyle irtibat halinde olunmalıdır (NTSB Manuel, 2002, App.G-14).

**1.7.4.5.Bataklıklar:** Eğer ulaşım amacıyla bataklık botları kullanılıyorsa can yeleşği ve kulak tıkacı takılmalı, eğer bataklık alanda yürünecekse göğüs hizasına kadar koruyucu elbise ve botlar giyilmeli, derinlik ve basılacak yerlerin tayini için sopalar kullanılmalı, bataklık suyunun yara ve hassas bölgelere teması engellenmeli, gece çalışmaktan ya da yolculuktan kaçınılmalı, vücudu kaplayan elbiseler ve geniş terekli ve sivrisinek ağı bulunan şapkalar giyilmeli, yılan, sülük, böcek ve timsahlara karşı dikkatli olunmalıdır (NTSB Manuel, 2002, App.G-14).

**1.7.4.6. Zehirli Bitkiler, Tehlikeli Hayvanlar ve Böcekler:** Bitkiler, hayvanlar ve böceklerden kaynaklanan tehlikeler bulunulan yer, hava durumu, irtifa ve yılın zamanları gibi durumlara göre değişir. Yerel uzmanların bu konudaki tavsiyelerine uyulmalıdır. Çoğu vahşi hayvanın insanlarla temastan kaçınmasına rağmen bazı türler tehlikelidir ve yerel uzmanların tavsiyelerine göre incelemeciler gerekli tedbirleri almalıdır. Zehirli yılanlara karşı yılan serumları ilk yardım kitine dahil edilmelidir. Bazı bölgelerde sivrisinekler sıtma ve sarı humma taşırlar. Sivrisineklere karşı kovucular kullanılmalı fakat bu kovucuların saat, bazı küçük aletler ya da kamera gibi aletlerde bulunan plastik kısımları eritebilecek solventler içerdiği unutulmamalıdır. Sıtma ve sarı humma riski bulunan bölgede çalışan kişiler sıtma ilacı almalı ve sarı hummaya karşı aşılmalıdır. Ormanlık ve benzeri alanlarda yaşayan keneler bazı hastalıklara sebep olabilir. Kenelerin bulunduğu bir alanda çalışırken uzun pantolon ve uzun kollu elbiseler giyilmeli, pantolon paçaları plastik bant ya da ipe emniyet altına alınmalı, elbiselere Permethrin tipi kene kovucular sıkılmalı, bütün vücut hergün kenelere karşı kontrol edilmeli, keneler derhal vücuttan uzaklaştırılmalıdır (Doc 9756, 2000).

## 1.7.5. Gerekli Ekipmanlar

**1.7.5.1. Kaza İnceleme Kiti:** Kaza incelemelerinde kullanılan standart bir kaza inceleme kiti yoktur. İhtiyaç duyulan ekipmanlar kazanın yeri, hava durumu, hava aracının türü ve soruşturma ekibinin uzmanlık seviyesi gibi birçok faktöre göre değişkenlik arz etmektedir. Dikkat edilmesi gereken nokta ihtiyaç duyulan herşeyin getirilmesi, bu işin başkasından beklenmemesi ve götürülecek ekipmanın taşınması için hazırlıklı olunmasıdır (Wood ve Sweginnis, 1995). Kaza incelemesinde ihtiyaç duyulabilecek birçok ekipman bulunmaktadır. Şahsi Korunma Ekipmanı olarak dayanıklı kışlık giyecek ve botlar, yüz ve göz koruması için koruyucu maske ve gözlük, işçi eldiveni, şapka, böcek kovucu ilaçlar, ilk yardım kiti, düdük, kolonyalı mendil, lateks eldiven, kulak tıkacı veya kulaklık, tuvalet kağıdı, matara ya da su kabı ve yiyeceğe ihtiyaç duyulacaktır (NTSB Manuel, 2002). Diyagram çizimi için bir miktar çizgili kağıt, açı ölçerli cetvel, 30 metrelik (100 feet) şerit metre, makaralı ip, pusula, rüzgar hesaplaması yapmak için özel alet(E6-B), hesap makinası, defter kalem ve bölgenin topoğrafik haritası gereklidir. Görgü tanıklarıyla mülakatta kayıt cihazı, kaset ve yedek piller, mikrofon, tanık ifade formu, model uçak ve kulaklık gibi ekipmanlar gerekecektir (Wood ve Sweginnis, 1995). Delil toplama işlemi için gerekli olan ekipmanlar ise steril muhafaza kutusu (eczanelerden temin edilebilir), büyüteç, şerit metre, ayna, el feneri, tanıma kartları, etiketler ve işaret kalemleri, plastik torba ve koruyucu bantlardır (SCSI, 2001, p.3). Fotoğraf çekimi için 35 mm SLR (Single Lens Reflex) kamera, sonsuz-makro yetenekli lens, geniş açılı lens (tercihen 24 mm), uzatma kablolu otomatik flaş, küçük üç ayak, kablolu deklanşör, yağmurda kamerayı korumak için plastik torba ve lastik bant, cetvel (Boyut referansı için), fotoğraf logu ya da defter, kamera ve flaş için yedek piller ve filme ihtiyaç duyulacaktır. Bütün bunların yanında hava aracına ait parça kataloğu ve resimli parça dökümleri kitabı, hava aracına ait uçuş el kitabı, eğer mümkünse hava aracının sağlam halinin renkli fotoğrafları, müşterek hava aracı donanımları el kitabı, kaza inceleme el kitabı ve referans materyaller de inceleme için hazırlanacak kite dahil edilmelidir (Wood ve Sweginnis, 1995).

### 1.7.6. Hazırlık Ve İlk Koordinasyon :

Her bir hava aracı kazasının karakteristikleri farklı olmasına rağmen kaza inceleme süreci genellikle aynıdır. En basit anlamda delillerin toplanması, analiz edilmesi ve kazanın nasıl ve neden olduğuna dair bazı sonuçların elde edilmesidir. Elde edilen sonuçlar da yazıya dökülerek resmi bir rapor haline getirilir.

Olay yerine bazı hazırlıklar yapmadan ve gerekli ekipmanları ayarlamadan gitmek anlamsızdır. Kaza soruşturma otoritesi veya kaza esnasında kendisinden görev beklenmesi muhtemel kuruluşların önceden hazırlanmış müdahale planlarının bulunması şarttır. Kaza inceleme ekibinin incelemeler esnasında bazı konularda yardıma ihtiyaç duyacağı kesindir ve ilgili kuruluşlarla temasa geçilmelidir. Ulaşım imkanları tespit edilmeli ve ilk buluşma noktası belirlenmelidir. . Kazaya ilişkin bilgi ve belgelerin toplanmaya başlanması için ilgili kuruluşlar bilgilendirilmelidir. Bu kuruluşlar havacılık otoritesi, hava aracı işletmecisi ve üreticisini kapsar (Wood ve Sweginnis, 1995).

Olay yerine gelen herkesin aklında bulundurması gereken en önemli konu olay yerinin muhafaza altına alınmasıdır. Delillerin yok edilmesini ya da kaybolmasını engellemek ve incelemecilere elde mevcut bütün bilgilerin sağlanması için gereken bütün çaba sarfedilmelidir. Bir kazayı takiben olay yerine ilk ulaşması beklenen kişiler kolluk kuvvetleri, havaalanı yetkilileri ve yerel halktır. Bu sebeple havaalanı görevlileri ya da yerel emniyet güçleri bu tür durumlarda kendilerinden ne bekleneceğini önceden bilmeli ve bunun planlaması önceden yapılmalıdır. Genel olarak bu kimselerden beklenen görevler eğer varsa yaralılara tıbbi müdahale yapılması ve gerekli kurtarma faaliyetlerine başlanması, enkazın yangın ve diğer hasarlara karşı koruma altına alınması, resmi kaza inceleme otoritesinin derhal bilgilendirilmesi, yük veya yolcu taşımacılığında kullanılan uçaklarla ilgili kazalarda kargo olarak taşınan radyoaktif izotop veya başka radyoaktif maddelerin olup olmadığının araştırılması ve gereken tedbirlerin alınması, enkazın hareket ettirilmediği ya da bir şekilde müdahale edilmediğinden emin olmak için emniyet nöbetçileri yerleştirilmesi. buz, is, kurum vb. gibi kaybolma ihtimali bulunan delillerin fotoğraf ya da diğer vasıtalarla koruma altına alınması, tanıklıkları soruşturmaya önemli

katkıda bulunacak olan görgü tanıklarının isim ve adreslerinin not edilmesidir (Ellis, 1984, p.18).

### **1.7.7. Olay Yerindeki İlk Faaliyetler:**

Olay yerinin yakınında, kaza soruşturma ve inceleme süreci boyunca kullanılacak olan her türlü malzeme, alet ve teçhizatın muhafaza edebilebileceği ve haberleşme gereklerinin karşılanabileceği bir yer operasyon merkezi olarak seçilir. Bu yer yakın civardaki bir motel ya da otel de olabilir (Wood ve Sweginnis, 1995). Kaza mahallinde bir çok birim birlikte çalışacağından bölge polis, jandarma, itfaiye, adli tıp kuruluşları ya da sivil savunma ekipleri gibi yerel otoritelerle her an haberleşebilecek şekilde irtibat ve koordinasyon tesis edilmeli, medya ile ilişkilerde izlenecek politika belirlenmelidir.

**1.7.7.1. Yerel Otoritelerle İrtibat :** Kaza ve olayların incelenmesinden sorumlu otorite bir kaza olması ihtimaline karşı diğer otoritelerle ve özellikle de hava alanında ve çevresinde bulunan otoritelerle irtibat halinde olmalıdır. Acil durum planlarının hazır bulunması ve kaza inceleme otoritesinin de bu yerel otoritelere ait acil durum planlarından haberdar olması çok önemlidir. Kolluk kuvvetleriyle koordinasyon ilgili merkezlerle irtibat kurularak sağlanır. Bu ilişki sayesinde kolluk kuvvetlerinin eğitim planları ve el kitaplarına gerekli konuların eklenmesi sağlanarak konu hakkında bilgi sahibi olmaları dahası bir hava aracı kazası durumunda kendilerinden neler bekleneceği hususunda hazırlıklı olmaları sağlanacaktır. Her bir hava aracı kazasında koşulların farklı olduğu bilinmesine rağmen doğru planlama ve özellikle polis, yangın söndürme ve kurtarma ekipleriyle iyi irtibat sağlanmasının önemi göz ardı edilmemelidir. Bunun başarılabilmesi için soruşturmada sorumlu otorite özellikle polis, jandarma, sivil savunma ve adli tıp gibi kaza esnasında işbirliği yapılması gereken resmi kuruluşlarla resmi bir memorandum yapmalıdır. Kaza inceleme otoritesi dalgıç, haberleşme ekipmanı, metal dedektörleri, paletli araçlar ve vinçler veya helikopter gibi teçhizat ve araçların, ekstra insan gücünün ve çeşitli kolaylıkların sağlanması maksadıyla askeri birlikler ve diğer sivil kuruluşlardan yardım isteyebilir. Ayrıntılı bir enkaz haritasının çizilmesi icap

ettiğinde ilgili resmi kuruluşlarla irtibata geçilerek profesyonel hizmet sağlanabilir. Bazı durumlarda ekstra ulaşımı, fazladan yiyecek ve zorlu koşullarda barınma gibi durumları gerektirecek geniş çaplı bir arazi çalışması yapılması gerekebilir. Bütün bu koşullara karşı önceden hazırlıklı olunmalı ve ihtiyaç duyulabilecek bütün kuruluşlarla önceden irtibatlar sağlanmalıdır (Doc 9756, 2000).

Bir hava aracı kazasında genellikle olay yerine ilk ulaşan ekiplerden beklenen en önemli husus mümkün olduğu kadar olay yerinin bulunduğu şekilde muhafaza edilmesidir. Eğer herhangi bir malzeme yerinden oynatılacaksa bu işlemler yapılmadan önce mutlaka fotoğraflanmalı ya da en azından basit bir kroki çizilerek bulunduğu yer ve pozisyonu kayıt altına alınmalıdır ve kaza inceleme heyeti gelip gerekli talimatı vermeden tekrar eski yerlerine konulmaya çalışılmamalıdır. Aynı şekilde enkazdan çıkarılan yaralı ya da ölülerin de pozisyonları ve buldukları yerler kayıt altına alınmalıdır (Wood ve Sweginnis, 1995).

Kurbanların buldukları konum ve durumları kaza inceleme ekipleri açısından sebep faktörlerinin ortaya çıkarılmasında çok önemli olmamakla beraber yaralanma paternlerinin kişilerin konumları ile ilişkilendirilmesiyle yolcu ve mürettebat güvenlik sistemlerinin geliştirilmesi ve de daha önemlisi kurbanların kimliklendirilmesi açısından önem arz etmektedir. Bu sebeple bir adli tıp uzmanı ya da yerel bir hekim nezaretinde bu işlemlerin yapılması daha mantıklı ve gereklidir. Diğer bir önemli husus da kurtarma ekiplerinin kurban durumuna düşmesinin engelenmesidir. Olayın uyandırdığı heyecan, stres ve hayat kurtarma isteği sebebiyle bazen kurtarma ekipleri kendi hayatlarını farkında olmadan riske atabilmektedirler. Acele ve ihtiyatsız davranışlar ve kaza mahallindeki tehlikelerin bilinmemesi bu kimseleri risk altında bırakmaktadır. Dolayısıyla önceden koordinasyon ve bilgilendirme yalnızca kazazedelerin değil kurtarma ekiplerinin de yaşamı açısından hayattır (ATSB, 2005, p.7).

Kurbanların kimliklendirilmesi genellikle Adli Tıp uzmanının, kolluk kuvvetlerinin ya da DVI timlerinin sorumluluğundadır. Patolog ve Adli Diş Hekimi gibi tıp personeli bir kaza durumunda kendilerinden ne bekleneceğini bilmelidirler. Kurban



yakınlarının bilgilendirilmesi yanlış ya da mükerrer bilgilendirme gibi hususlar yaşanabileceğinden kritik bir konudur. Bir çok ülkede yakınların bilgilendirilmesi işi polis tarafından gerçekleştirilmektedir.

**1.7.7.2 Medya İle İşbirliği :** Hava aracı kazaları hem toplumda hem de medyada büyük ilgi uyandırmaktadır. Kaza haberi alınır alınmaz olay yeri medyanın akınına uğrayacaktır. Medyanın kazaya ilişkin gerçek bilgiler elde etmesi toplumun bilgilendirilmesi açısından önemlidir. Kaza ve kurbanlara ilişkin yanlış bilgilendirme yolcu ve mürettebat yakınları için oldukça üzücü durumlara sebep olmaktadır. Yeterli önlem alınana kadar gereksiz kalabalığı önlemek maksadıyla enkazın kesin yerinin gizlenmesi konusunda medyayla işbirliği yapmak gerekli olabilir. Hatta enkazın kayıp parçalarının bulunması hususunda halkın yardımının alınması, muhtemel görgü tanıklarının isimlerinin tespit edilmesi ya da yerel bölge hakkında detaylı bilgiler alınması hususlarında medyanın yardımını almak oldukça faydalıdır. Medya mensupları eğer olay yeri emniyet altına alınmadan gelmişlerse bu durumda onlar da kaza mahallindeki tehlikelere maruz kalabilirler (ATSB, 2005, p.17; Doc 9756, 2000).

Soruşturma ya da kaza hakkında medyaya bilgi verilmesi konusunda politikalar geliştirilmelidir. Kazaya ilişkin gerçek bilgilerin iletilmesi ve spekülasyon ve dedikoduların azaltılması için yayınlanabilecek bilgiler düzgün aralıklarla medyaya verilmelidir. Bu sebeple medya ile ilişkiler için bir temas noktası tesis edilmelidir. Temas noktasında genellikle soruşturma sorumlusu veya onun görevlendireceği bir kişi bulunur. Bu kişi önyargısız bir şekilde medyaya gerçek bilgileri iletmelidir. Bununla birlikte medyanın ihtiyaçları soruşturmanın düzgün bir şekilde yürütülmesi gerçeğinin önüne geçemez. Medyaya verilmesinde sakınca görülen hususlar varsa bu durumda telefon ya da telsiz vb. gibi görüşmeler yapılırken oldukça dikkatli olunmalıdır. Medya mensupları konuşmaları duyabilir ve istenmeyen şekilde bilgiler yayılabilir (Doc 9756, 2000).

**1.7.7.3. Olay Yerinin Emniyet Altına Alınması:** Meydana gelen bir kaza sonrasında yapılması gereken en önemli faaliyetlerden birisi en kısa sürede enkazın emniyet altına alınmasıdır. Delillerin korunması ve enkaz tehlikelerinden dolayı görevi olmayan

kimseler olay yerine girmemelidir (Ferry, 1978, p.21). Olay yerinin emniyet altına alınmasının sebepleri kurbanların durumları, değerli delillerin ve özel teçhizatın korunması ve kaza mahallindeki tehlikelere insanların maruz kalmalarının önlenmesidir (ATSB, 2005, p.7). Enkazın emniyet altına alınması genellikle polis veya jandarma tarafından yapılır fakat bazı durumlarda diğer askeri birlikler veya özel olarak eğitilmiş sivil personel de görevlendirilir. Hava aracının radyoaktif yükler, patlayıcı maddeler, mühimmat, aşındırıcı sıvılar, katı ya da sıvı zehirler veya bakteriyel kültürler gibi tehlikeli kargolar taşıdığından şüphelenildiğinde enkazdan emniyetli mesafede korumalar veya güvenlik güçleri yerleştirmek suretiyle özel önlemler alınmalıdır. Uzmanlar tehlike seviyesini tam olarak tespit edene kadar muhtemel tehlikeli bölgeler işaretlerle belirtilmelidir (Doc 9756, 2000). Görevlendirilen koruma ekipleri görevlerine tam olarak hakim olmalıdır. Bu görevler özetle halkı enkazdaki tehlikelerden korumak, enkaza müdahaleleri önlemek , eşyaları koruma altına almak, kaza mahalline sadece soruşturma heyetinin izin vereceği kimselerin girmesine müsaade etmek, hava aracı tarafından yerde oluşturulmuş olması muhtemel işaretleri korumak ve muhafaza etmektir (ATSB, 2005, p.9).

Enkaz bölgesine girmesine müsaade edilmiş kişilere uygun şekilde hazırlanmış kimlik kartları verilmelidir. Büyük kaza soruşturmalarında bu işlem rozet dağıtılarak, izinli kimselerin hepsine bir tür güvenlik pasosu , kol bantları ya da yelekler verilerek de halledilebilir. Eğer enkaz çok fazla dağılmamışsa bölgeyi emniyet şeridiyle çevirmek etkili bir güvenlik tedbiri olmaktadır. Fakat enkaz geniş bir alana yayılmışsa bölgenin emniyetinin alınması oldukça zordur ve çok sayıda koruma personeli gereklidir. Polis ve jandarmadan özellikle enkazın çevreye dağılmış parçalarının tespit edilmesiyle ilgili olarak yerel halkla irtibat kurmada yardım alınabilir. Çevrede yaşayan insanlara enkaz parçalarının tespit edilmesinin önemi kadar bulunan parçalara dokunulmaması gerektiği de anlatılmalıdır. Bazen halk ya da kaza mahalline ilk ulaşan kimseler iyi niyetle çevreye dağılmış parçaları toplayarak enkazın yanına yığarlar. Bu inceleme süreci bakımından oldukça yanlış bir davranıştır. Bu parçaların nerede ve hangi pozisyonda bulunduğu bilinmediği sürece soruşturma açısından önemleri oldukça azalmış demektir. Bunun yanında eşya hırsızları tarafından enkaz parçalarının yerlerinin değiştirilmesi de

önlenmelidir (Doc 9756, 2000.). Enkaz ya da enkaz parçaları yalnızca yaralıların çıkarılması, enkaz içerisindeki tehlike yaratabilecek malzemelerin çıkarılıp uzaklaştırılması, hava ya da kara trafiğine veya her ne sebeple olsun kamu güvenliğine karşı tehdit oluşturabilecek yangın, patlama vb. menfi olayları önlemek amacıyla yerlerinden oynatılabilir. Bunların dışında inceleme heyeti gelinceye kadar enkaz olduğu gibi muhafaza edilmelidir (ATSB, 2005, p.14). Soruşturma sorumlusu bölgedeki bütün delillerin toplandığından emin olana kadar enkaz koruma altında kalmalıdır. Soruşturma sorumlusu periyodik olarak durumu gözden geçirmeli ve uygun bir şekilde koruma görevlilerini serbest bırakmalıdır. Yerleşim bölgelerinde meydana gelen kazalar enerji nakil hatlarının devrilmesine, doğal gaz kaçaıklarına, yanıcı sıvı ve gazların sızmasına ve yangına ya da çarpma tesiriyle binaların yerle bir olmasına sebep olabilir. Bölge ya da binalara ulaşmadan önce hasarların uzmanlar tarafından değerlendirilmesi ve alınacak emniyet tedbirlerine uzmanların görüşleri doğrultusunda karar verilmesi gerekmektedir (Doc 9756, 2000).

**1.7.7.4. Enkaz Tehlikeleri ve Alınacak Önlemler :** Kaza mahalli daima incelemeciler, polis, itfaiye ve diğer kurtarma görevlileri ve yerel halk için bir çok tehlike içermektedir. Kaza inceleme sorumlusu önceden ilgili tehlide yönelik bilgileri toplamalı ve enkaz bölgesinin “yüksek”, “orta” ya da “düşük” şeklinde risk seviyesini belirlemelidir (NTSB Manuel, 2002, p.16).

**1.7.7.4.1. Yangına Karşı Alınacak Önlemler:** Hava aracı kazalarında yangın tehlikesi oldukça yüksektir ve enkazı korumak kadar personeli de korumak için gerekli önlemler alınmalıdır. Yüksek yangın riski ihtimali sürdüğü müddetçe yangınla mücadele teçhizatı hazır tutulmalı ve emniyete alınan bölgede sigara içilmesine müsaade edilmemelidir (Wood ve Sweginnis, 1995). Hava aracına ait bataryalar (akü) sökülmeli ve yakıt depoları hala sağlam ve dolu ise boşaltılmalıdır. Her depodan alınan yakıt miktarı ölçülmeli ve kaydedilmelidir. Eğer büyük miktarda yakıt dökülmesi söz konusuysa soruşturma ekipleri enkazın parçalarını hareket ettirmek gibi her an tutuşmaya sebep olacak hareketlerden kaçınmalıdır. Statik elektrik de her an tutuşmaya sebep olabileceği için bu konuya da azami dikkat edilmelidir. Aynı şekilde yangın riski tam olarak değerlendirilip tehlike

ortadan kaldırılana kadar telsiz veya benzeri elektriki teçhizat ya da kurtarma araçlarını kullanmaktan kaçınılmalıdır (Doc 9756, 2000). Hava aracı kazaları sonrasında çıkan yangınlara uygun söndürme kimyasalları ile müdahale edilmelidir. Yanlış bir tekniğin uygulanması yangının daha da büyümesine yol açabilir (ATSB, 2005, p.34).

**1.7.7.4.2. Tehlikeli Kargolara Karşı Alınacak Önlemler:** Soruşturma otoritesi kaza yapan uçakta tehlikeli bir kargo bulunup bulunmadığından mutlaka önceden emin olmalıdır. İlk başta yük manifestosuna bir göz atılması ve işletmeci hakkında küçük bir araştırma yapılması bu sorunun hemen cevaplandırılabilmesini sağlar (Doc 9756, 2000). Eğer kaza yapan hava aracında tehlikeli kargoların taşındığı öğrenilirse çok dikkatli hareket edilmeli ve koruyucu maske ve elbise gibi gerekli teçhizatlar kaza mahallinde kullanılmak üzere getirilmelidir. Tehlikeli kargolar radyoaktif materyaller, patlayıcılar, mühimmatlar, aşındırıcı sıvılar, katı zehirler veya bakteriyel kültürler olabilir. Radyoaktif materyallerin taşındığı öğrenilirse, enkaz çevresinde çalışan kişiler zarar görmeden ilgili malzemeler uzman kişiler tarafından kontrol altına alınıp uzaklaştırılmalıdır. Hava aracında taşınan radyoaktif materyallerin paket ya da muhafazaları sağlam olduğu sürece radyasyon tehlikesi oldukça azdır. Bununla birlikte çarpma sonrasında meydana gelen bir yangın paket veya muhafazaya zarar vererek tehlikeli maddenin sızmasına ve çevreye yayılmasına sebep olabilir. Böyle bir durum, alınması gereken önlemleri daha da karmaşık hale getirdiğinden enkaz tehlikeleri içinde en ciddi durumlardan birisidir. Çünkü hayat kurtarmak için bölgeye akın eden kurtarma ya da kolluk görevlileri ya da meraklı kalabalık bu tehlikeye karşı korumasızdır. Bu tür durumlarda kurtarma ve yangın söndürme çalışmalarına katılan kimselerin hepsi ve çevredeki halk gerektiği şekilde kontrolden geçirilmeli, temizlenmeli ve tıbbi gözlem altına alınmalıdır (NTSB Manuel, 2002, p.16). Radyasyon seviyesi ölçülüp bölgenin emniyetli olduğu kesinleşene kadar hiçbir şekilde enkaz incelemesine başlanmamalıdır. Havadan ilaçlama faaliyetlerinde meydana gelen kazalarda inceleme ekibinin böcek veya haşere ilaçlarına maruz kalma riski vardır. Birkaçı hariç bu kimyasallarının çoğunun az bir miktarı bile zehirleyicidir. Kaza bölgesinde koruyucu teçhizatlar kullanılmalı ve uygun filtreye sahip maskeler takılmalıdır (Doc 9756, 2000).

**1.7.7.4.3. Biyolojik Tehlikelere Karşı Alınacak Önlemler:** Biyolojik tehditler hasta kimselerin kan, doku ya da diğer vücut sıvılarında bulunan virüsler, bakteriler ve parazitler sebebiyle meydana gelir. Kaza inceleme ekipleri HIV ya da Hepatit gibi kan yoluyla bulaşan hastalıklara maruz kalma riskiyle karşılaşabilir. Biyolojik tehlikeler kokpit ve kabin enkazı içerisinde olabileceği gibi cesetler ve yaralıların bulunduğu alanlarda da bulunabilir. Bu alanlarda çalışırken lastik eldiven ve üstüne kalın işçi eldiveni giyilmesi tavsiye edilir (NTSB Manuel, 2005, p.17). Virüslerin göz burun ve ağız gibi mukozal bölgelere ya da derideki sıyrık ya da açık yara gibi bölgelere teması engellenmelidir. Kaza mahallinde ya da kaza sonrası parçaların incelenmesi ve testi safhasında görev yapan inceleme ekipleri biyolojik tehlikeler konusunda kurs almalı ve aynı zamanda hepatite karşı aşılanmalıdır. Bu konuda eğitim ve aşılardan yararlanılacağı ve muhafaza edileceği bir sistem kurulmalı, inceleme süresince biyolojik tehlikelerin olduğu alanların tespit edilmesine ve gerekli önlemlerin alınmasına, şahsi koruyucu teçhizatın bakımına, kirlenen şahsi koruyucu teçhizatın giyme, çıkarma ve atılmasına, enkaz parçaları ve inceleme teçhizatlarının temizlenmesine, enkaz parçalarının kaza mahalli dışında inceleme ve testi için nakledilmesine ve biyolojik tehlide ne zaman maruz kalındığının takip edilmesine ilişkin prosedürler oluşturulmalıdır. Tehlikeye maruz kalmayı minimize edecek metod ve teknikler geliştirilmelidir. Kan ya da vücut sıvılarının bulunduğu tespit edilen noktalar emniyet şeridiyle çevrilmeli ve tek bir giriş çıkış noktası bulunmalıdır. Bu bölgelere sadece şahsi koruyucu teçhizatı olan kişilerin girmesine müsaade edilmelidir. Soruşturma ekipleri daima doku ve vücut sıvılarının kirli olduğunu düşünmeli ve bu tür enkazları incelerken en azından bir maske ve eldiven kullanmalıdır. Biyolojik olarak riskli bölgede koruyucu teçhizat giyildiğinde herhangi bir şey yiyip içilmemeli, kozmetik ürünler kullanılmamalı, dudak ya da güneş kremi sürülmemeli, sigara içilmemeli, kontakt lenslere, dudaklara, gözlere ya da ağıza dokunulmamalıdır. Personel bölgeyi terk ederken kirli bütün teçhizatı biyolojik atık çantasına bırakmalıdır. Atık çantası ve içindekiler genellikle hastane gibi uygun yerlerde yakılarak yok edilir (Doc 9756, 2000).

**1.7.7.4.4. Diğer Enkaz Tehlikeleri:** Olay yerinde yapılan çalışmalar esnasında enkaz parçaları kayabilir, yuvarlanabilir ve bir şekilde emniyet altına alınması gerekebilir.

Hareket ettirilen enkaz parçaları profesyonel operatörler tarafından taşınmalı ve inceleme ekibi tarafından nezaret edilmelidir. Bu durum özellikle vinçler kullanıldığı zaman önemlidir. Bu tür durumlarda toz veya diğer havayla taşınan materyallere maruz kalınmasının önlenmesi maksadıyla rüzgar enkaza göre arkaya alınmalıdır. Eğer bir şekilde herhangi bir enkaz parçası asılı kalmışsa kablo ya da zincirler kırılabileceği ya da enkaz kayabileceği için altında ya da çevresinde çalışılmamalıdır (NTSB Manuel, 2002, App.G-5).

Kaza mahallinde basınçlı tüpler, jeneratörler ve akümülatörler gibi enkaza ait çok çeşitli tehlikeler bulunabilmektedir. Bu ve benzeri her türlü malzeme önce emniyet altına alınmalı sonra da bölgeden uzaklaştırılmalıdır. Lastikler çarpma veya sert iniş sebebiyle hasarlanmış olabilir ve her an patlayabilirler. Lastiklere önden veya arkadan yaklaşılmalı ve mümkün olan en kısa zamanda havaları indirilmelidir. Bazı hava aracı pervanelerinin açığı verme (Feder) yayları vardır ve eğer bunların muhafaza kısmı (Hub) çatlamışsa kuvvet uygulandığı takdirde ayrılarak bu yaylar fırlayabilir. İnceleme ekipleri pervane sistemini ayırmaya çalışmamalıdır. En uygun yöntem teşekküllü bir tesiste bunların parçalarına ayrılmasıdır. Bataryalar bağlantı noktalarından sökülerek bölgeden uzaklaştırılabilir. Bataryalar sökülürken çok dikkatli olunmalıdır. Çünkü oluşacak bir kıvılcım yerlere yayılmış olan yakıt ve benzeri yanıcı maddelerin tutuşmasına sebep olabilir. Batarya asidi de oldukça aşındırıcı bir sıvıdır. Yanıcı gazlar ve sıvılar enkaz sahasındaki diğer tehlikelerdir ve her an tutuşabilirler. Yakıt buharının solunması ya da yakıtın direkt ciltle temas etmesi de oldukça zararlıdır. Hava aracının yakıtı boşaltılmalı ve boşaltılan yakıt miktarı kaydedilmelidir. Bölgede sigara içilmesine kesinlikle müsaade edilmemelidir. Askeri hava araçlarında fırlatma koltukları, zırhlar, yanıcı patlayıcı maddeler veya mühimmat bulunabilir. Bu tür maddelerin hepsi uzmanlar tarafından emniyete alınarak tahliye edilmelidir. Hava araçlarının buzlanma tespit sistemlerinde kullanılan radyo aktif materyaller de enkaz sahasındaki tehlikelerdendir. Kompozit materyaller tipik olarak karbon/grafit veya boron/tungsten'den oluşur hava araçlarının birçok bölümünde kullanılır. Aslında bazı hava araçları tamamıyla kompozit malzemeden imal edilmiştir. Kompozit malzemeler ve fiberglas özellikle enkazın yandığı durumlarda göze, cilde ya da solunum yollarına zarar verebilir. Enkazda kompozitler ve fiberglaslarla

ile ilgili çalışma yapılırken incelemeciler rüzgarı arkalarına alıp gözlük ve maske kullanarak fiber tozundan kendilerini korumalı, vücudu örten koruyucu ve atılabilir elbiseler kullanmalı, kirlenen elbiseler ayrı bir şekilde yıkanmalı, fiberglas panellerden ayrılmış kırık ve kıymıklar yaralanmalara sebep olabileceğinden eldivenle müdahale edilmeli, eğer kompozit ve fiberglas materyaller yangın hasarına uğramışsa söndürme işleminden sonra bu malzemeler önce Poliakrilik Asit (PAA) gibi bir sıvı ile sulanmalı daha sonra müdahale edilmelidir. Kompozit ve fiberglas parçalar hareket ettirildiklerinde zararlı materyaller tekrar ortaya çıkabileceğinden tekrar sulama ihtiyacı olabileceği unutulmamalıdır (NTSB Manuel, 2002, App.G-5; ATSB, 2005, p.33, Naval Pocket Reference, 2001, p.30).

**1.7.7.5. Kurtarma Çalışmaları :** Olay yerine ilk ulaşan kişilerin ilk öncelikleri hayatta kalanlar varsa kurtarmak ve yardım etmek ve mümkün olduğunca enkaza ait bütün malzeme ve eşyaları koruma altına almaktır. Enkaz içerisinden kurbanların çıkarılması ile görevlendirilen herkes ilk fırsatta, çıkardığı kişinin uçaktaki pozisyonu, koltuk numarası ve ona ulaşmak için hangi parçaların hareket ettirildiğine dair bilgileri not alması konusunda uyarılmalıdır. Enkaz içerisinde ölü olarak bulunan kimseler bir kaza incelemecisi tarafından pozisyonları, konumları, koltuk numaraları kaydedilene, fotoğrafları çekilip enkaza göre konumları ile ilgili taslak bir kroki çizilene kadar buldukları şekilde muhafaza edilmelidirler. Enkazın dışında bulunan cesetler ise bir çubukla işaretlenmeli ve kurbanı ve koltuğunu tanımlayan bir etiketle belirtilmelidir. Kaza incelemesinde sağlayacağı faydaların yanında bu kayıt işlemlerinin hassas bir şekilde yapılması kurbanların kimliklendirilmesi açısından da hayati öneme sahiptir. İlk kurtarma müdahalelerinin tamamlanması, kurtulanlara yardım edilmesi ve eşyaların korunması işlemleri tamamlandıktan sonra kurtarma personelinin enkaz sahasındaki hareketlerinin inceleme açısından hayati öneme sahip delillere zarar vermeyecek şekilde süratle düzenlenmesi gerekir. Örneğin tam olarak bütün kazazedelerin kurtarıldığından ve yangın riskinin tamamen ortadan kaldırıldığından kesin olarak emin olunduktan sonra ambulans ve diğer kurtarma araçlarının enkaz sahası içerisinde hareketlerine müsadde edilmemelidir (Ellis, 1984, p.19).

**1.7.7.6. Enkazın Genel Olarak Keşfi ve İncelenmesi:** Enkaz sahasına gelindiğinde inceleme ekibi tarafından enkazın ve enkaz sahasının genel bir keşfi ve olay yerindeki yerel otoritelerle durum hakkında bir başlangıç görüşmesi yapılır. Bu faaliyet bir ön tespit gezisi şeklinde icra edilir ve kaza hakkında bize genel bir fikir verir, müteakiben yapacağımız çalışmaları tespit ve yönlendirmede bize kolaylık sağlar (Wood ve Sweginnis, 1995). Bu safhada detaylı bir inceleme yapılmayıp kazanın hangi koşullarda meydana geldiğinin mümkün olduğu kadar açık ve tam bir resmi elde edilmeye çalışılır. İlk önce belirlenmeye çalışılacak hususlar muhtemel uçuş yolu, çarpma açısı, çarpma hızı, hava aracının kontrol altında olup olmadığı ve yapısal bir hasarın çarpmadan önce gerçekleşip gerçekleşmediği gibi hususlardır. Enkaz sahası boyunca yapılacak olan ön tespit yürüyüşü inceleme ekiplerine aynı zamanda enkazın ve enkaz sahasının uygun bir şekilde emniyet altına alınıp alınmadığını kontrol etme ve emniyet görevlilerine detaylı talimat verme imkanı da sağlar (Ellis, 1984, p.23-24). Ön tespit yürüyüşünde arazide dolaşarak uçuş rotası ve çarpma karakteristikleri hakkında bilgiler elde edilir. Eğer helikopter desteği mevcutsa bu işlem önce havadan enkaz sahası üzerinde yapılacak uçuşlarla sonra arazide dolaşarak yapılabilir. Arazi üzerinde oluşmuş olan bir enkaz kraterinin boyutları bize ilk anda hava aracının hızı konusunda bilgiler verir. Çevredeki ağaç, elektrik direği veya benzeri yükseltilerdeki izler ve hasarlar hava aracının çarpma açısı hakkında fikirler edinmemizi sağlar. Uçakta ne kadar yakıt olduğu çevredeki otların, bitki örtüsünün veya enkazın yanma şekline göre tespit edilebilir.

Ön tespit gezisi genellikle ilk çarpma noktasından başlar ve enkazın dağılma ya da sürüklenme istikametinde devam eder. Çevreye dağılmış enkaz parçalarının tespitinde çoğunlukla dört nokta metodu kullanılmaktadır. Öncelikle hava aracının uç noktaları olan burun, kuyruk ve iki kanat ucu bulunmaya çalışılır. Bulunan parçalar hava aracına ait operatör el kitabında bulunan ana parça diyagramları ile karşılaştırılıp işaretlenir (Akkaya, 2002, s.17). Enkazın envanteri çıkarılmaya çalışılır. Parçaların araziye dağılım şekli hava aracının yere vuruş açısı ve yatış durumları ile ilgili fikir edinmemizi sağlar. Mutlaka gerekli olmadıkça herhangi bir parçanın yeri değiştirilmemelidir ve bu husus bu esnada enkaz bölgesinde çalışmakta olan ilk yardım ve itfaiye ekibi gibi personele de mutlaka önceden izah edilmelidir. Bu gezi esnasında veri kayıt cihazları da tespit



edilmeye çalışılmalı ve bulunursa ilk önce fotoğraflanmalıdır. Delilerin tespit edilmesi amacıyla ilk fotoğraflama işlemlerine de başlanır. Bu ilk fotoğraflarda enkazın ve enkaz mahallinin genel görünüşü, ana parçalar, yangına ait izler, yakıt sızıntısı, yer izleri ve mülk hasarları gibi konular fotoğraflanır. Ön tespit gezisi esnasında olay yerindeki hızla kaybolabilecek ya da bozulabilecek delillerin belirlenmesi de oldukça önem arzeder. Bu deliller özelliklerini kaybetmeden ya da kaybolmadan önce tespit edilmelidir.

**1.7.7.7. Kaybolacak ya da Bozulacak Delillerin Toplanması :** Ön tespit gezisi esnasında tespit edilen kaybolma ihtimali yüksek olan deliller fotoğraflanıp tespit edildikten sonra gecikmeden toplanmalıdır. Bu delillerden bazıları şunlardır :

**1.7.7.7.1. Yakıt Numunesi:** Yakıt kirlenmesinin kesin olarak kaza sebebi olmayacağını bilindiği durumlar hariç (havada çarpışma gibi) yakıt numunelerinin alınması kuraldır (Wood ve Sweginnis,1995). Özellikle yangın veya motor arızalarının olduğu durumlarda yakıt numunesinin alınması daha da önemli hale gelmektedir. Numune alınmasının bir başka sebebi de hava aracına doğru tipte yakıtla ikmal yapılıp yapılmadığının tespit edilmesidir. Örneğin piston motorlu bir hava aracına yanlışlıkla düşük oktanlı yakıt ya da türbin motor yakıtının ikmal edilmesi gibi (Ellis, 1984, p.30). Numuneler koyu ve steril kaplara koyularak muhafaza edilmelidir. Genellikle hava araçlarının gövde yakıt sisteminin numune alma noktaları ve uygun teçhizatları vardır. Eğer bu mümkün değilse steril kaplar kullanılmalı, depoların direyn noktalarından, yakıt hatlarından ya da deponun kendisinden yakıt numuneleri alınmalıdır. Mümkün olduğu kadar çok yerden yakıt numunesi alınmalı eğer yakıtın olay yerinde kirlendiği düşünülüyorsa çevreden toprak numuneleri alınarak yakıt numunesi ile beraber gönderilmelidir. Alınan numuneler etiketlenir (Ferry,1978, p.22). Eğer yakıttan kaynaklanan bir kaza olduğu konusunda ciddi şüphe duyulursa (kalkıştan hemen sonra motor arızası olması gibi) o hava aracına ikmal yapan tanker ya da yakıt deposu tespit edilerek hemen oradan da numune alınmalıdır. Tam bir numune analizi için laboratuvarlar genellikle bir galon ya da daha fazla yakıt numunesi istemektedirler (Wood ve Sweginnis,1995).

**1.7.7.7.2. Yağ ve Hidrolik Numunesi :** Yağ ve hidrolik sıvıları yakıt kadar çabuk bozulmadığı için genellikle numuneleri sonradan da alınabilir. Fakat yakıt için numune alma işlemleri başlatıldığında yağ ve hidrolik numunelerinin de alınması mantıklıdır. Bunlar için de yine steril kapalı kaplar kullanılmalıdır (Wood ve Sweginnis,1995).

**1.7.7.7.3. Buzlanma Belirtileri :** Olay yerine ilk ulaşan kişiye yapısal buzlanma belirtilerine yönelik sorular sorulmalıdır. Eğer hava hala yeteri kadar soğuksa buzlanma belirtileri görünür durumda olabilir. Aynı şekilde motor arızalarına ait belirtilerde de motorda buzlanma araştırılmalı ve tespit edilmelidir (Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.7.7.4. Pist Koşulları :** Kalkış veya iniş esnasında meydana gelen kazalarda kaza anındaki pistin durumu önemli olabilir. Aynı şekilde kaza anında pist üzerinde meydana gelen izler de kaybolacak nitelikte olduğundan tespit edilmesi önemlidir (Wood ve Sweginnis, 1995).

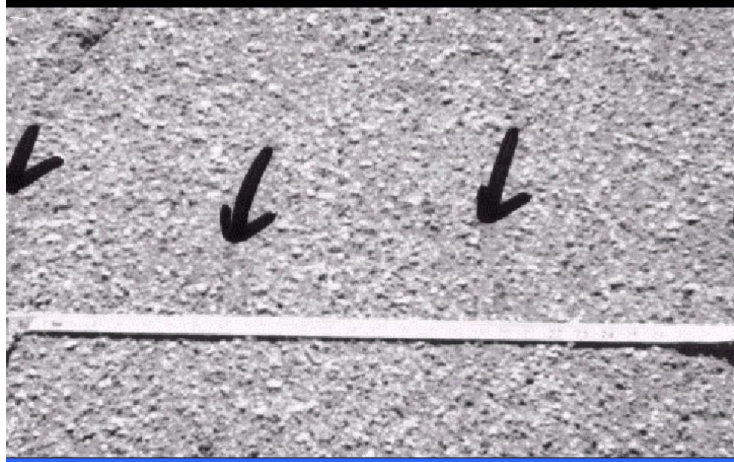
**1.7.7.7.5. Anahtar Pozisyonları ve Göstergeler :** Anahtar pozisyonları ve göstergelerde okunan değerlerin tespit edilmesi bunların kaza mahalline giren kişiler tarafından değiştirilme ihtimali olduğundan dolayı önemlidir. Herhangi biri kişi müdahale etmeden önce kokpitin tam olarak resmi çekilmelidir (Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.7.7.6. Kontrol Yüzeyleri ve Trim Tab Pozisyonları :** Kontrol yüzeyleri hava aracını kumanda etmek için kullanılan aerodinamik yüzeylerdir. Trim tab'ler ise verilen kumandaları hassaslaştırmak ve stabilizasyonu sağlamak için kontrol yüzeylerine eklenen küçük aerodinamik parçalardır. Kazadan sonra bu yüzeylerin pozisyonlarının tespit edilmesi hava aracının en son durumu hakkında bilgi vermesi bakımından önemlidir. Kolayca değişebilecek bu yüzeylerin pozisyonları da öncelikle tespit edilmelidir (Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.7.7.7. Uçuş Veri Kayıt Cihazı ve Kokpit Ses Kayıt Cihazı :** Bunlar hızla kaybolacak delillerden olmamasına rağmen kaza incelemecilerine hayati bilgiler

vermeleri bakımından süratle yerleri tespit edilmeli ve analiz edilmek üzere laboratuvara gönderilmelidir. Her iki kayıt cihazı da kazanın yeniden canlandırılabilmesi maksadıyla konmuştur. Bunlardan bir tanesi telsiz konuşmaları ve kokpitteki diğer sesleri (motor gürültüsü gibi) kaydeden Kokpit Ses Kayıt Cihazı (CVR) ‘dır. Diğeri ise irtifa, sürat ve istikamet gibi parametreleri gözlemleyen ve kaydeden Uçuş Veri Kayıt Cihazı (FDR)’ dır. Meydana gelen bir kazayı takiben her iki kayıt cihazı da kaza mahallinden alınarak işleme tutulmak üzere ilgili merkezlere götürülür (ntsb.gov, 2005).

**1.7.7.7.8. Yer İzleri :** Eğer çarpma açısı ve yavaşlama mesafesi gibi hesaplamalar yapılacaksa yer izleri fotoğraflanmalı ve ölçümleri yapılmalıdır.



**Şekil 1.8** Yer İzlerinin Ölçülmesi Ve Fotoğraflanması (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

Kaybolmadan tespit edilmesi gereken deliller sadece bunlardan ibaret olmayıp kaza mahallinde inceleme ekipleri tarafından incelenmeden önce hasara uğrayabilecek, hareket ettirilebilecek ya da kırılıp dağılabilecek her türlü parça ya da malzemeler ilk olarak emniyet altına alınmalıdır. Olay yerinde hızla bozulması ya da kaybolması ihtimali bulunan bütün delillerin toplanmasına yönelik en büyük problem numune almak için delili bozmak ya da bozmamak arasında bir tercih yapılması gereken durumlarla karşılaşılabilmesidir. Yani bazı sistemlerden numune almak için bazı parçaların

kesilmesi, hareket ettirilmesi ya da parçalanması gerekebilir. Bu durumda yapılacak bu işlemlerin diğer delillere zarar verme ihtimali de göz önünde bulundurularak bir fayda mahsur değerlendirmesi yapılmalıdır.

**1.7.7.8. Olay Yerindeki Delillerin Tespit Edilmesi ve Fotoğraflama:** Kaza mahallinde delillerin tespit edilmesi için kullanılan bir kaç metod vardır. Bunlar fotoğraflama, haritalar, diyagramlar, yazılı tarifler ve listeleme metodlarıdır. Bunlardan en sık kullanılan metod ise fotoğraflamadır. Havadan çekilen genel görünüme ait ve özellikle sıradışı enkaz paternlerinin bulunduğu veya havada çarpışma, ağaç, elektrik hatları ya da binalara çarpma belirtileri gösteren alanların fotoğrafları çarpma noktası ve enkazın genel dağılımını anlamada oldukça faydalı olmaktadır. Renkli fotoğraflar metal yüzeylerde yangın dolayısıyla meydana gelen değişik derecelerdeki renk değişimlerini ayırtmak ve çarpışma ya da hava aracının parçalanma sırasına dair ipuçları veren boya sıyrılmalarının tespit edilmesi açısından oldukça faydalı olmaktadır. İyi bir fotoğraf çekebilmek için öncelikle iyi bir kameraya sahip olunması gerekmektedir. Kullanılan makinanın kaliteli bir lense, iyi bir odaklama ve ışık ayarına ve kaliteli bir flaş sistemine sahip olması gerekmektedir (Ellis, 1884, p.24). Fotoğrafçılık teknolojisi neredeyse havacılık teknolojisi gibi sürekli ve hızlı bir ilerleme yaşamaktadır. Hergün gelişen ve kalitesi artan dijital fotoğraf makinaları sayesinde de çok kaliteli ve istenen standartlarda resimler çekilebilmekte ve bunlar bilgisayar ortamında saklanarak istenilen zamanda kaliteli baskılar yapılabilmektedir.

Kaza mahallinde makınayı ve gerekli ekipmanları alıp dolaşarak fotoğraflama yapılabileceği gibi, makina ve ekipmanları uygun bir noktada bırakıp öncelikle enkaz alanında dolaşarak fotoğraflanacak konuları belirledikten sonra malzemeler alınarak da fotoğraflama yapılabilir. İkinci teknik daha mantıklı bir tekniktir. Fotoğraflama sırası istenildiği şekilde yapılabileceği gibi öncelikle uzak ve orta mesafe fotoğrafların çekilmesi uygun bir tekniktir. Çünkü bu fotoğraflar için fazladan teçhizata ihtiyaç yoktur. Daha sonra üç ayak (tripod), flaş ve kumanda alınarak yakın çekim fotoğraflama (close-up) yapılır (Wood ve Sweginnis, 1995).

Kaza mahalli sürekli değişikliklere uğrayan bir yapıdadır. Kurtarma çalışmaları, tanıklar, meraklı kalabalık arazide dolaşarak parçalara bakmaya ya da yaralıları kurtarmaya çalışırken bir çok parçanın yeri ve konumu değişir. Kaza mahallindeki fotoğraflama işlemleri iki aşamadan oluşur. Birincisi kazadan hemen sonra ve diğeri de detaylı incelemeler esnasında bulunan delillerin kayıtlara geçirilmesi maksadıyla fotoğraf çekilmesidir (Ferry, 1978, p.29). Birinci aşamada öncelik, kaybolma ihtimali yüksek olan delillere verilmelidir. Kazadan hemen sonraki olay yerinin durumu, kurtarma çalışmaları, anahtar pozisyonları, kumanda yüzeylerinin pozisyonları, parçalar ya da gövde üzerindeki renk değişiklikleri ve kokpit göstergelerinde okunan değerler bunlardan bazılarıdır. Daha sonra imkan varsa enkaz alanının havadan fotoğrafları çekilir. Çünkü kaza inceleme ekipleri enkaz alanında çalışmaya başladıktan sonraki safhalarda enkaz alanının havadan görüntüsü oldukça değişebilir. Müteakiben enkazın kuzeyden başlayarak her 45 derecede bir fotoğraflaması yapılmalıdır. Bundan sonra ise enkaz alanında önemli görülen bütün konular fotoğraflanır. Arazinin eğimi, çarpma ve yer izleri ve enkaz kraterinin daha sonra ebat ve derinlik olarak olarak değerlendirmesi yapılabilecek şekilde çekimleri yapılır. Bu işlemler tamamlandıktan sonra ikinci aşamaya geçilir. Bu aşamada yakın çekim (close-up) fotoğraflama yapılır. Bu işlemde yapılması gereken makinanın tripod ile belirli bir noktaya kurulması ve getirilebilecek parçaların bu noktaya getirilerek close-up çekimlerinin yapılmasıdır. Fotoğraflar bütün bunların yanı sıra dökümantasyon işi için de kullanılabilir. Şahsi lisanslar, kayıt defterleri (logbook) ve haritalar gibi konuların fotoğraflama sayesinde bir kopyası saklanabilir. Görgü tanıklarının görüş açılarından da kaza mahallinin fotoğrafları çekilmelidir. Çekilen fotoğrafların kalitesini ve faydasını arttırmak için dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Bunlardan bir tanesi gölgelendirme değildir. Normalde insan görüşü üç boyutlu olmasına rağmen fotoğraflar bize iki boyutlu bir görüntü sunarlar. Bu durum bazı konularda önemli olduğundan gölgelendirme tekniği ile üç boyut hissi yaratılabilir. Bunun için güneş ışığından, başka bir ışık kaynağından ya da flaştan yararlanılabilir. Makina ile fotoğraflanması zor olan pozisyonlarda da konuyu fotoğraflamak için basit bir ayna kullanılabilir. Önemli olan diğer bir nokta da foto montaj tekniğinin kullanılmasıdır. Normal olarak insanın görüş açısı neredeyse 180 dereceye yakın olup başımızı biraz çevirerek bunu oldukça arttırabiliriz. Fakat piyasalardaki en geniş açılı lensle bile bu

açının yakalanması imkansızdır. Bu yüzden örneğin bir tanığın bakış açısıyla ya da genel görüntüsü ile bütün olarak olay yerinin fotoğraflanması istendiğinde 1/3 oranında bindirilmiş fotoğraflar çekilerek daha sonra foto montaj tekniği ile birleştirilir. Dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise Fotogrametridir. Fotogrametri fotoğraflanmış konunun boyutlarını görebilmek maksadıyla fotoğraf karesine cetvel gibi bir ölçüm aleti ya da boyutları daha önceden bilinen bir nesnenin dahil edilmesidir (Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.7.9 Enkaz Envanterinin Çıkarılması :** Enkaz envanterinin çıkarılması soruşturma açısından oldukça önemlidir ve bütün parçaların sırasıyla tespit edilmiş olması hayati öneme sahiptir. Çünkü hava aracının bize kaza hakkında çok önemli bilgiler verecek bir parçası kayıp olabilir ve envanter çıkarılmadığı için bu ayrıntının farkında olunmayabilir. Envanter çıkarılması bize aynı zamanda başka uçağa ait bir parça ya da alakasız bir el aleti gibi normalde enkazda bulunmaması gereken şeyleri tespit etme imkanı sağlar (Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.7.10. Kaza İnceleme Diyagramının Çizilmesi:** Enkaz diyagramı yapmanın amacı rapordaki bir gerçeği yerine getirmek yerine incelemeciye yardımcı olmaktır. Enkaz diyagramlarının çizilmesi oldukça zaman alan ve yoğun çalışma gerektiren bir işittir. Her diyagram belirli bir amaca hizmet etmelidir.

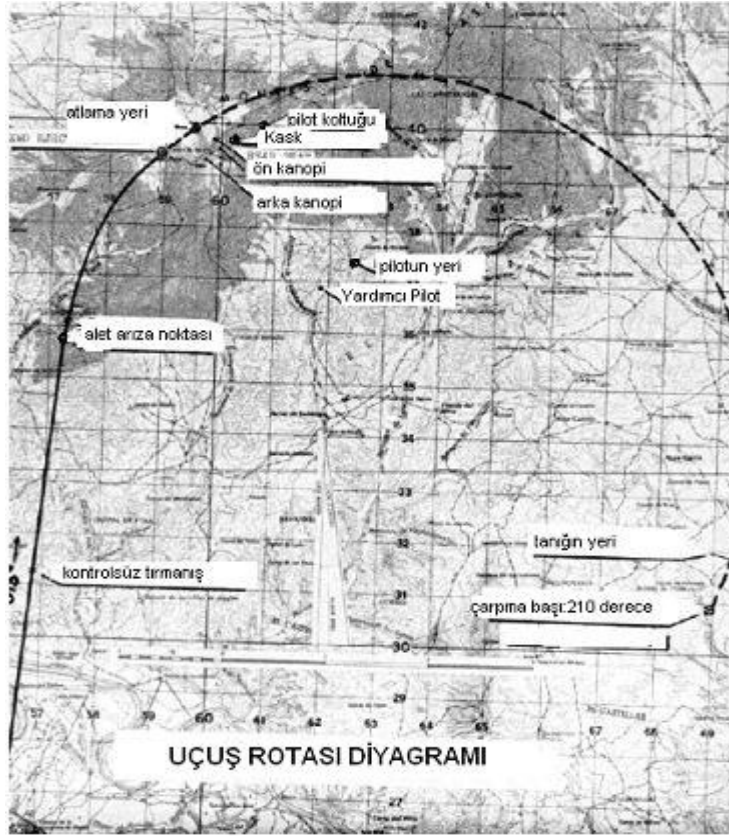
Diyagramların çizilmesi kaza incelemeleri açısından oldukça faydalıdır. Özellikle kazadan kurtulan kimselerin olmadığı, şahitlerin bulunmadığı, yapısal arızalardan, havada parçalanmadan ya da havada çarpışmadan şüphelenildiği durumlarda kaza inceleme diyagramlarının çizilmesi gereklidir (Naval Pocket Reference, 2001, p.55). Çarpma dinamikleri ve hayatta kalmaya ilişkin bir çok hesaplamanın yapılmasında iyi bir olay yeri veya enkaz diyagramının çizilmesi oldukça önemlidir. Aynı şekilde yangın bölgelerini gösteren bir diyagram uçuş yangını analizi için oldukça önemlidir. Eğer uçuşta meydana gelmiş yapısal bir hatadan şüpheleniliyorsa enkaz diyagramının gösterdiği parça dağılımları yine hayati bilgiler verebilir. Eğer enkazın hareket ettirilmesi gerekiyorsa enkazın eski durumunu tam olarak gösteren tek kayıt bir olay yeri diyagramı

olabilir. Canlılara ait kalıntıların (Biyolojik deliller) tanımlanması problemiyle karşı karşıya olduğunda canlı kalıntılarının nerede bulduklarını gösteren bir diyagram patoloğ açısından oldukça faydalı olmaktadır. Böyle bir diyagram kurban kimliklendirilmesinde de işe yarayacaktır. Bazı durumlarda incelemecilerin herhangi bir diyagrama ihtiyaçları olmamasına rağmen raporu okuyacak kişilerin böyle bir diyagrama ihtiyacı olabilir. Belki diyagram çizilerek zaman kaybedilebilir fakat raporu okuyucuya anlaşılır hale getirmek için çok detaylı yazma zahmetinden de kurtulunmuş olunur (Wood ve Sweginnis, 1995). Kaza diyagramları çizilirken mümkün olduğu kadar aşağıda verilen bilgiler diyagram üzerine işlenmelidir:

1. Kazanın meydana geldiği tarih ve saat
2. Hava aracının tipi ve kayıt işaretleri
3. Manyetik kuzey, ilk çarpma noktası ve uçuş yolu vektörü
4. Ölçek ve irtifa
5. Önemli hava aracı parçaları, mürettebatın yerleri
6. Yer yangınları ve yer izleri
7. Tanıkların yerleri
8. Çarpma noktası, en uzaktaki enkaz parçaları, ana parçalar gibi önemli hususlara ait GPS konum bilgisi.
9. Kaza zamanındaki hakim rüzgar hızı ve istikameti
10. Kaza zamanındaki güneş veya ay durumu
11. En yakın havaalanı, yerleşim yeri ya da seyrüsefer kolaylığına olan istikamet (Naval Pocket Reference, 2001, p.55,56).

**1.7.7.10.1. Uçuş Rotası Diyagramları:** Harita üzerinde kaza öncesi uçuş rotasının incelenmesi ve elde edilen verilerin doğrulanması amacıyla kullanılan diyagramlardır. Harita temin edildikten sonra çizimler asetat üzerine yapılmalıdır böylece değişiklikler daha kolay yapılabilir. 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar eş yükseklik eğrilerini, yükseklikleri ve kültürel işaretleri net bir şekilde göstermesi bakımından diyagram çizimi için oldukça uygundur. Eğer kaza suda meydana gelmişse ve kıyıya yakın bir

bölümdeyse uygun haritalar denizcilik işletmelerinden ya da sahil güvenlik birimlerinden elde edilebilir. Kaza herhangi bir hava alanında meydana gelmişse bütün hava alanlarının ölçekli planları ya da havadan çekilmiş fotoğrafları bulunduğu diyagram için bunlardan faydalanılabilir (Wood ve Sweginnis, 1995). Uçuş rotası diyagramları oldukça geniş bir bölgeyi göstereceğinden bu diyagram çiziminin iyi bir şekilde yapılması bölgenin havadan ve karadan iyi bir şekilde keşfinin yapılmasını, ilgili hava trafik ünitesi radar bilgisi ve diğer kayıtların ya da görgü tanıklarının ifadelerinin dikkatli bir şekilde incelenmiş olmasını gerektirir. Eğer bu çalışmalar yapılmadıysa başarılı bir uçuş rotası diyagramından söz edilemez.



Şekil 1.9 Uçuş Rotası Diyagramı (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**1.7.7.10.2 Teknik Diyagramlar:** Hidrolik sistem, kabin içi oturma planı, kablo yerleşim çizimleri vb. teknik yayınlarda bulunan grafikler olayın sebepleri ve muhtemel arızalar



hakkında fikir elde etmek için kullanılır. Hava araçlarına ait teknik kitaplar çok fazla miktarda olduğundan gerekli olan kitapların olay yerine götürülmesi ve gerektiğinde de götürülmeyen ve ihtiyaç duyulan kitap ve diyagramların getirilmesi için gerekli koordinasyon yapılmalıdır. (Wood ve Sweginnis, 1995).

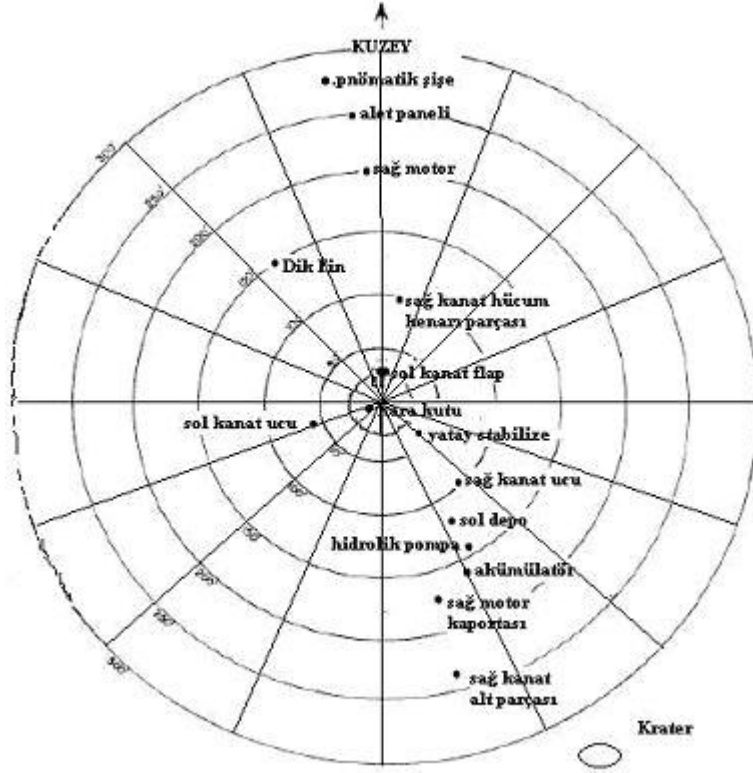
**1.7.7.10.3 Uçuş Simülasyonları:** İncelemelerde elde edilen veriler kullanılarak bir hava aracının uçuş durumunu veya belki de bir havada çarpışma olayının geometrisi ortaya çıkarılabilir. Geçmişte bunlar inceleme ekiplerinin nezaretinde grafik sanatçıları tarafından yapılıyordu. Günümüzdeyse artık bu işler için bilgisayarlar kullanılmaktadır (Wood ve Sweginnis, 1995). FDR vasıtasıyla elde edilen bilgiler bilgisayarda çözümlenerek veriler uçuş simülatorüne girilir ve uçuş yeniden canlandırılır. Bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için bilgisayar ve veri kayıt cihazı incelemesinde uzman kimseler ve uygun simülator ya da simülator programları gereklidir.

**1.7.7.10.4 Enkaz Dağılım Diyagramları:** Çeşitli teknikler yardımıyla çarpma noktası, çarpma izleri, ceset kalıntıları, ana parçaların yerleri, yangın bölgeleri, görgü tanıklarının konumu ve referans noktalarının belirtildiği ölçekli diyagramlardır. İyi bir organizasyon ve basit teknikler kullanılarak oldukça geniş bir enkaz sahasının diyagramı kolaylıkla çizilebilir. Bölgenin havadan çekilmiş kapsamlı bir fotoğrafı bile tek başına bu işi görebilir. Bu fotoğraflar çizilecek bir enkaz diyagramı için çok değerli yardımcılarıdır. Eğer enkaz 400-500m. Ve daha fazla bir alana dağılmışsa bölgenin topoğrafik haritası diyagram çizmek için kullanılmalıdır. Fakat bu haritanın ölçeği enkaz diyagramı için oldukça küçük olacağından makro lensli bir fotoğraf makinası ile ilgili bölümü büyüterek fotoğraflama ya da fotokopi makinasıyla büyütme yoluyla ihtiyaca uygun büyüklüğe getirilmelidir. Bundan sonra da enkaz parçaları bu ölçekli diyagrama işlenir. Eğer enkaz insan yapılarına yakın bir yerdeyse (şehir, havaalanı, meskun mahal gibi) enkaz diyagramı çizmeye çalışarak vakit kaybetmek oldukça yersizdir. Bölgeye ait şehir planı ve krokiler bu iş için kullanılabilir. Enkaz diyagramlarında önemli olan husus parçaların konumlarının kesin olarak belirlenmesinden ziyade birbirlerine göre nerede oldukları ya da nisbi konumlarıdır. Mesela bir sol kanadın enlem boylam olarak koordinatları değil diğer kanat ya da gövdeye göre nerede olduğu önemlidir. Diyagram çizerken mümkün

olduğu kadar basit fakat işe yarar metodlar kullanılmalıdır (Wood ve Sweginnis, 1995).  
Bu metodlardan bazıları şunlardır:

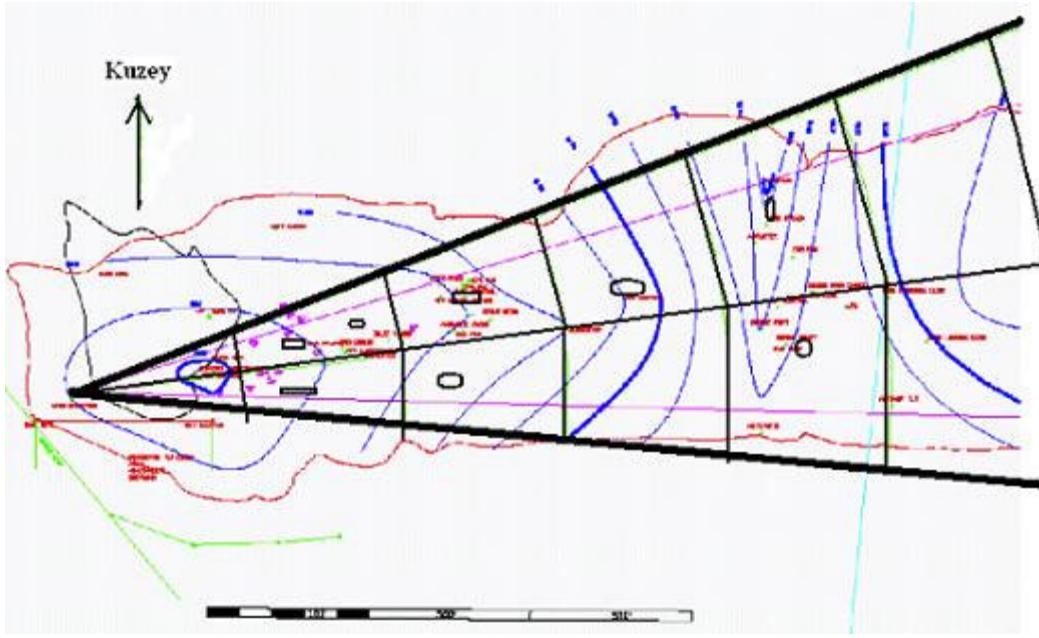
**Grid Sistemi :** Bu teknik genellikle enkaz dağılımının geniş olmadığı ve özellikle arazi ya da bitki örtüsü sebebiyle enkazın arasında hareketin zor olduğu durumlarda faydalıdır. Uçuş yolu vektörü boyunca bir hat çekilerek ilk çarpma noktasında bu hatta dik bir çizgi çekilir. Daha sonra her 10-15 metrede bir dik hatlar çizilerek bölge karelere bölünür (Naval Pocket Reference, 2001, p.55). Arazi şartları ve enkaz dağılımı dikkate alınarak herbir grid karesine bir ya da birkaç incelemeci görevlendirilebilir. Bu teknik su altındaki enkazın diyagramını çizmede de kullanılabilir. Bu teknik sayesinde su altındaki enkaz renkli şeritler ya da ipler vasıtasıyla grid karelerine bölünüp daha sonra herbir kare numaralanarak detaylı ve sistemli bir şekilde taslağı çizilebilir (Wood ve Sweginnis, 1995).

**Kutbi (Polar) Sistem :** Bu teknik çarpma açısının oldukça dik olduğu ve enkazın ilk çarpma noktası etrafında konsantrik bir şekilde dağıldığı toplu haldeki enkazların çiziminde faydalıdır (Naval Pocket Reference, 2001, p.55). Enkazın merkezine bir çubuk dikilir ve bu nokta pusula merkezi gibi düşünülerek bu noktadan birçok doğru uzatılır. Bu doğrular üzerine mesafe ve yön bilgileriyle beraber enkaz parçaları işaretlenir. Su altındaki enkazın diyagramının çizilmesinde çoğunlukla kullanılan teknik Kutbi Metod olup bu durumda merkez nokta kurtarma gemisinin bulunduğu noktadır (Wood ve Sweginnis, 1995).



**Şekil 1.10** Kutbi Metod (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

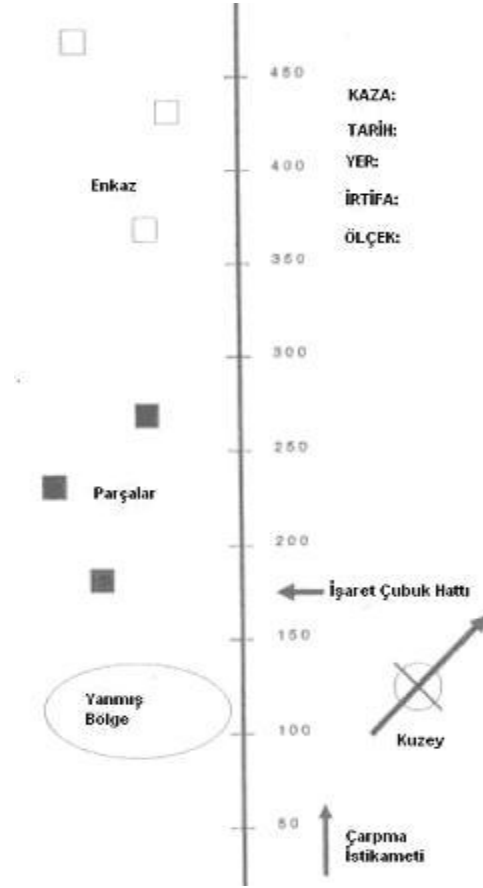
Tek Nokta Metodu: Bu metod aslında Kutbi Metodla aynı olup tek farkı merkez noktanın enkazın merkezinde değil ucunda, yere çarpma noktasında ya da herhangi bir insan yapısının referans olarak alındığı bir noktada olmasıdır. Bu noktadan genellikle yelpaze şeklinde uzatılacak doğrular üzerine yine yön ve mesafe bilgileriyle enkaza ait parçalar işlenir (Wood ve Sweginnis, 1995).



**Şekil 1.11** Tek Nokta Metodu (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**Düz Çizgi Metodu:** Bu belki de en fazla kullanılan ve en basit diyagram çizme tekniğidir. Düşük açılı çarpmalar sonucu enkazın uzun bir alana yayıldığı durumlarda bu tekniğin kullanılması faydalıdır. Öncelikle daha sonra harita üzerine de geçirilebilecek bir referans noktası seçilir. Eğer bu yapılamıyorsa portatif GPS kullanılarak bu nokta tespit edilebilir. Daha sonra referans hattının nereye çizileceğine karar verilir. Bu referans hattı referans noktasından başlatılabileceği gibi referans noktasından belli bir istikamet ve mesafedeki başka bir noktadan da başlatılabilir. Referans hattının çarpma noktasından başlatılıp çarpma başı (istikameti) yönünde enkazın içinden geçecek şekilde çizilmesi de yine kullanılabilir faydalı bir alternatiftir. Bundan sonra şerit metre kullanılarak her 20 metrede bir kazıklar çakılır. Referans hattının pusula istikameti tespit edilir. Daha sonra da ana enkaz parçaları referans noktasından uzaklık ve referans hattından da sağa ya da sola uzaklık bakımından belirlenir. Önemli olan mesafelerin kesinliği değil birbirlerine göre orantılı olmasıdır. Bütün soruşturmacılara birer enkaz bölgesi tahsis edilir ve hepsinden kendi bölgelerindeki enkaz parçalarını isim ve mesafe olarak belirlemeleri istenir. Örnek olarak ; SL.A.İ.T 125 SL 30 ifadeleri referans noktasından 125m mesafede ve referans hattının 30m. solundaki Sol Ana İniş Takımını tanımlamaktadır. Bu

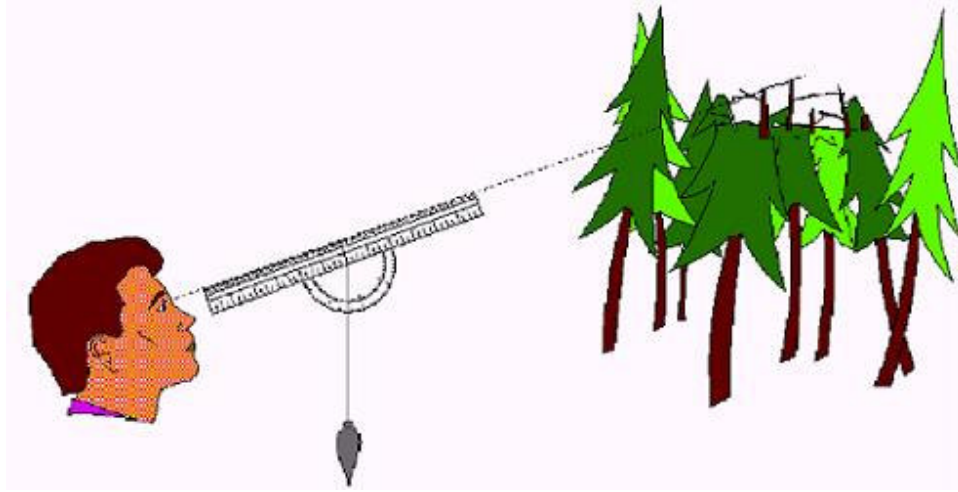
ve diğer diyagramlarda karşılaşılan en büyük problem parçaların tanımlanmasıdır. Bu sebeple bu sayfaya parçaları tanımayan mühendislerin yerine oldukça iyi tanıyan bakım ekibi ya da diğer teknik ekibin dahil edilmesi daha uygundur. Daha sonra ekiplerden notlar toplanarak diyagrama işlenmeye başlanır. Şekil 1.12’de düz çizgi metoduyla yapılmış bir diyagram görülmektedir (Wood ve Sweginnis, 1995).



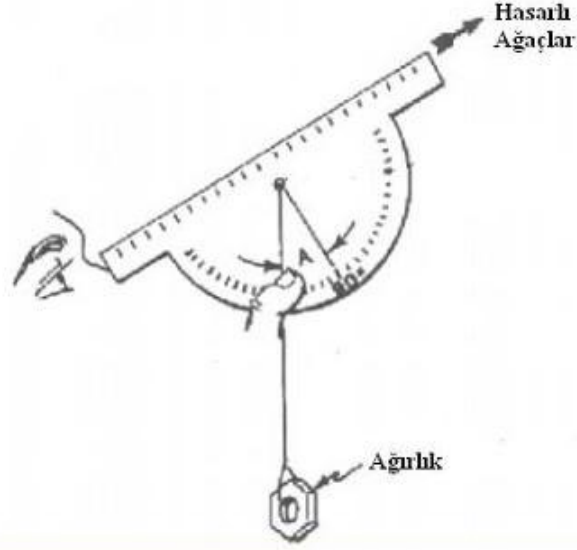
Şekil.1.12 Düz Çizgi Metodu (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**1.7.7.11. Çarpma Pozisyonunun ve Açısının Belirlenmesi :** Öncelikle yer izleri incelenmelidir. Yatış (roll), yunuslama (pitch) ve başın sağa ya da sola dönme pozisyonu (yaw) yerdeki izlerden anlaşılmaya çalışılır. Daha sonra hava aracının ön kısmı incelenir. Düşük hızdaki çarpmalarda çarpma pozisyonu burun kısmı incelenerek çoğunlukla tespit edilebilir. Fakat yüksek süratle çarpmalarda bu metod yararlı olmamaktadır. Yüksek hızlı

ve yüksek açılı çarpmalarda gösterge panelindeki aletlere ait muhafaza kutularının hepsi benzer şekilde yukarı ve yana doğru eğilirler. Çünkü alet paneli uçakta dik bir pozisyonda durmaktadır ve ön kısmı genellikle boştur. Diğer bir yöntemse alet (gösterge) panelinde bulunan durum göstergesi ya da diğer bir adıyla Suni Ufuk'un incelenmesidir. Çarpma hızı eğer oldukça yüksekse bu gösterge kilitlenir ve çarpma anındaki pozisyonunu muhafaza ederek güvenilir bir bilgi sağlar (Wood ve Sweginnis, 1995). Çarpma pozisyonunun belirlenmesine yönelik bu incelemelerin yanında çarpma açısının tespit edilmesi için de kullanılan teknikler bulunmaktadır. Kaza mahallinde hava aracı yere çarpmadan önce temas ettiği ağaç, direk vb. materyallerde meydana gelen kırılmalar incelenerek yaklaşık bir uçuş yörünge açısı tespit edilebilir. Bunun için klasik bir açı ölçer kullanılır ve basit bir hesaplama ile kabaca açı belirlenir. Şekil 1.13'te bu teknik gösterilmiştir. Öncelikle açı ölçerin düz kenarından kırık olan ağaç ya da direğe nişan alınır. Açı ölçere bağlanan ipin ucundaki ağırlığın stabil bir hale gelmesi beklenir. Ve daha sonra ipin gösterdiği açı okunur.



**Şekil 1.13a** Basit Bir Açı Ölçer Yardımıyla Yörünge Açısının Tespit Edilmesi (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)



**Şekil 1.13b.** Yörünge Tespitinde Açı Ölçerin Kullanılması (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

Yörünge açısı belirlendikten sonra ise yine matematiksel formüller yardımıyla çarpma açısı tespit edilebilir (Akkaya, 2002, s.34). Şekil 1.14'te de bu teknik gösterilmiştir. Bu teknikle:

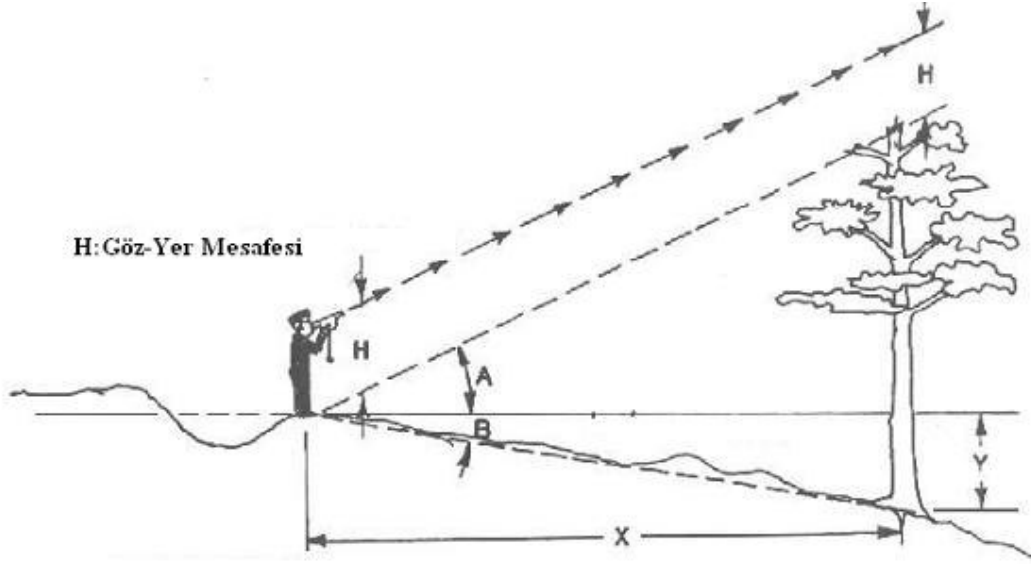
A Açısı : Açı ölçerden okunan yörünge açısıdır.

B Açısı :  $\tan^{-1} = Y / X$

X : Gözlem noktasından hedefe olan mesafe

Y : Ufuk hattının altındaki dikey mesafe

Çarpma Açısı = A + B



**Şekil 1.14** Çarpma Açısının Tespit Edilmesi (Akkaya, 2002)

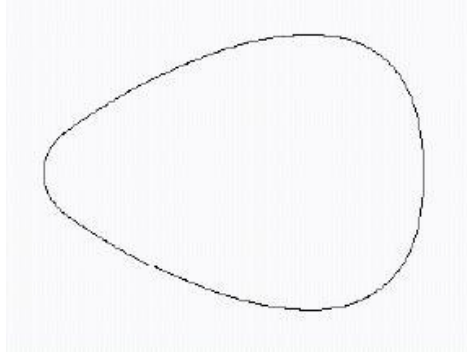
**1.7.7.12. Süratin Belirlenmesi :** İncelemeye kokpitteki sürat saati ile başlanır. Bu dişli mekanizmasına sahip bir alet olduğundan eğer çarpma hızı yeteri kadar yüksekse kilitlenerek en son konumunu muhafaza eder. Daha sonra kazaya ilişkin bir video görüntüsünün olup olmadığı araştırılır. Eğer varsa buradan kolaylıkla sürat hesaplaması yapılabilir. Eğer veri kayıt cihazı (Kara Kutu) mevcutsa zaten bu bilgiler buradan kolaylıkla elde edilecektir (Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.7.13. Enkaz Kraterleri :** Çarpma sonrasında yerde meydana gelen enkaz kraterinin şekli hava aracının hızına ve çarpma açısına göre değişmektedir. Yüksek açıyla meydana gelen çarpmalarda krater kısa ve derin, açı azaldıkça ise daha dar ve yelpaze şeklinde olacaktır. Açı ne kadar az ve sürat ne kadar fazla ise bu yelpaze daha uzun ve daha ince bir şekil alır (Akkaya, 2002, s.36). Enkaz kraterleri beş kategoride toplanabilir.

**1.7.7.13.1. Yüksek Sürat Yüksek Açı :** Bu krater şekli “Duman Halkası” olarak isimlendirilir. Uçak çok dik bir açı ve çok yüksek bir hızla çarpar ve arazinin yapısına göre değişmekle birlikte derin bir krater oluşturur. Gövdenin büyük bir kısmı burnu takip

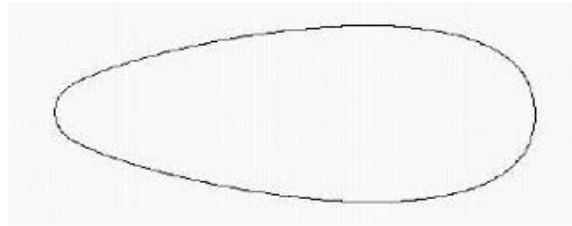


ederek kraterin içine doğru girer. Daha sonra bu parçalar krater içerisinden fışkırarak krater çevresinde bir halka oluşturular (Wood ve Sweginnis, 1995).



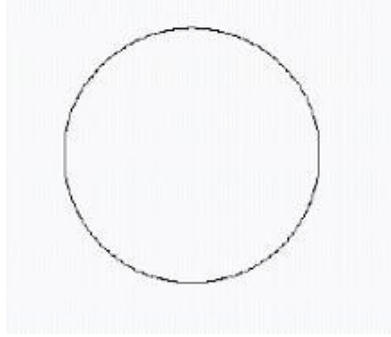
**Şekil 1.15** Yüksek Sürat Yüksek Açılı Çarpmalarda Enkaz Krateri (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**1.7.7.13.2 Yüksek Sürat Düşük Açılı :** Bu enkaz bazı zamanlarda 1.5-2 km'lik mesafelere kadar dağılabilmektedir. İlk çarpma noktasında bir yer izi bulunup uçak bu noktadan itibaren yüksek süratin etkisiyle hızla parçalanmaya başlar. Genellikle enkaz bu ilk çarpma noktasından itibaren yelpaze şeklinde dağılır. Enkazdaki en ağır parçalar en uzak mesafelere fırlar. Eğer motorlar gövdeden kopmuşsa muhtemelen en uzakta motorlar bulunacaktır. İlk çarpma noktasından motorların bulunduğu noktaya olan istikamet yaklaşık olarak çarpma anındaki istikameti göstermektedir. Çünkü tek parça olarak en büyük ve ağır parça motordur ve en yüksek enerjiye sahiptir. Dağılım paterni yerel rüzgarlardan da etkilenebilir ve çok hafif parçalar rüzgarın esme istikametinde dağılılabirler (Wood ve Sweginnis, 1995).



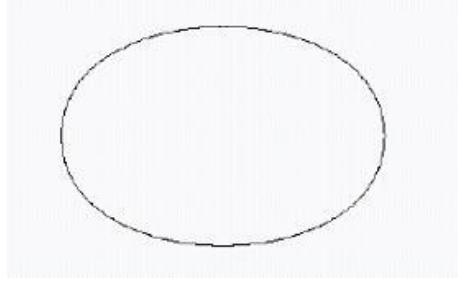
**Şekil 1.16** Yüksek Sürat Düşük Açılı Çarpmalarda Enkaz Krateri (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**1.7.7.13.3 Düşük Sürat Yüksek Aç** : Genellikle hava aracı kazalarında sık rastlanan enkaz şeklidir. Enkaz krateri sığ olup enkaz çok aşırı parçalanmaz. Hava araçlarının çoğunda ana gövdeden sonraki kısım çok kuvvetli olmadığından kuyruğun ağırlığı dolayısıyla ilk çarpma anında bu kısım gövdeden ayrılır. Çarpma açısı ve hava aracının dizaynına bağlı olarak kuyruk ya gövdenin üzerine ya da altına doğru hareketine devam eder ve gövdenin arka kısmını ezer ve sıkıştırır. Bu gövde altına ya da üstüne geçme durumu çarpma açısının 45 dereceden fazla ya da az olmasına ilişkin güzel bir ipucu verir (Wood ve Sweginnis, 1995).



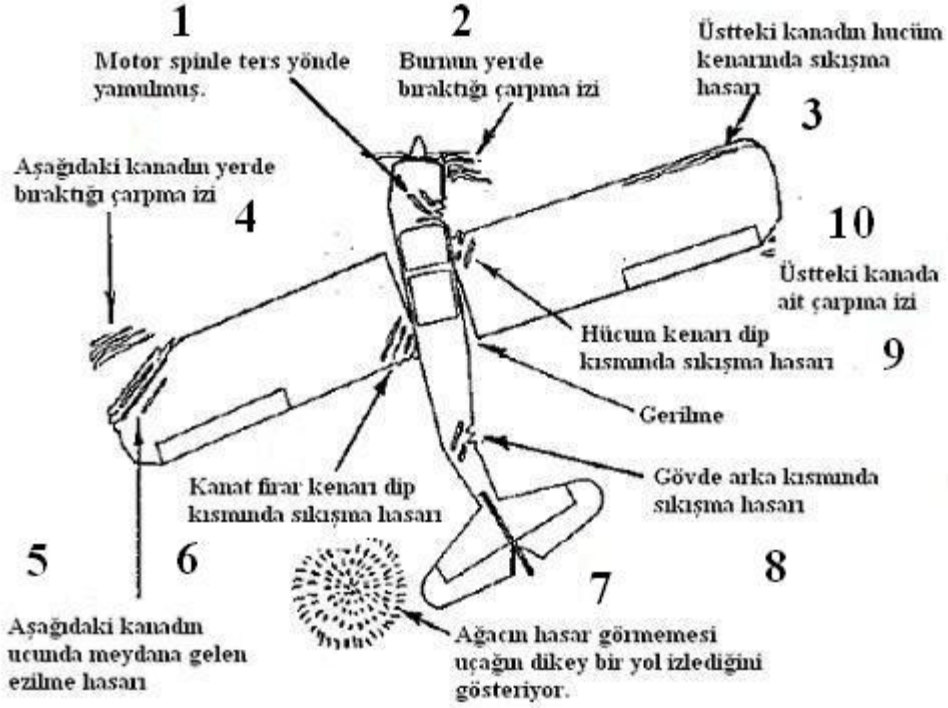
**Şekil 1.17** Düşük Sürat Yüksek Açılı Çarpmalarda Enkaz Krateri (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**1.7.7.13.4 Düşük Sürat Düşük Aç** : Hava aracı yere oldukça düşük bir açıda vurup sıçrar ve daha sonra iki üç defa daha yere çarpar. Bu esnada kanatlar ve motorlar gövdeden ayrılır fakat genel görüntü hala bütünlük teşkil eder. Yüksek hız durumundaki parçalanma şekli burada görülmez. Bu tür bir enkaz şekline son yaklaşmanın son kısmı ve inişte meydana gelen kazalarda rastlanır (Wood ve Sweginnis, 1995).



**Şekil 1.18** Düşük Sürat Düşük Açılı Çarpmalarda Enkaz Paterni (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**1.7.7.13.5 Stol ve Spin :** Kanat üzerinden akan hava fileleri belli bir hücum açısına kadar kaldırma kuvveti üretilmesine sebep olur ve bu kritik açı aşıldığında artık kaldırma kuvveti üretilemez ve bu durum stol olarak tanımlanır. Her hava aracı için belirlenmiş bir stol sürati vardır ve bu süratin altına düştüğünde stol meydana gelir. Aslında stol durumu süratle sadece dolaylı olarak ilişkilidir ve asıl olarak kanatların hava filelerine karşı pozisyonunu ifade eden hücum açısının bir fonksiyonudur. Spin ise kanatları aşırı stol durumuna girmiş bir uçakta oluşan aerodinamik kuvvetlerin uçağı yatış ve baş durumu neredeyse sabit olmasına rağmen sürekli bir yuvarlanma ve dönme hareketine maruz bıraktığı anormal pozisyonudur. Bir enkazda spin belirtilerini bulmak inceleme ekipleri için oldukça kolay olabilmektedir. İleri hareketi gösteren herhangi bir emare ya yoktur ya da çok azdır. Genellikle burun aşağı durum söz konusu olduğundan burundan daha önce yere çarpan kanat ucunun yerde bıraktığı iz görülür. Bir kanat aşağıda ve diğeri yukarı pozisyonda olduğundan aşağıdaki kanat yere daha önce vuracak ve bize spin'in yönü konusunda bilgi verecektir. Gövde ve kanatlarda yüksek çöküş oranı ve dönme etkisiyle ağır hasar görülür. Yerdeki ağaç ya da direklerin gövdenin altından girip saplanması hava aracının neredeyse dikey bir yol izlediğini gösterir. Yine aynı şekilde kanat ya da diğerkontrol yüzeylerinin arka kısmında hasar görmemiş nesnelere bulunması hava aracının çarpmadan önce dikey bir yol izlediğini gösterir (Wood ve Sweginnis, 1995).



Şekil 1.19 Stol ve Spin (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

### 1.7.8. Yangın İncelemesi :

Yangın incelemesinde kaza incelemecisi tarafından cevaplanması gereken sorular yangının nerede başladığı, hangi malzeme ya da sistemin arızası sonucu çıktığı, hangi yanıcı madde tarafından yakıldığı ve hepsinden önemlisi bu yangının havada mı, çarpma etkisiyle mi yoksa çarpma sonrası çevreye yayılan yakıt vb. yanıcı maddelerin tutuşması sonucu mu çıktığıdır. Her hava aracı yangınında tek başına değerlendirildiğinde uçuş yangınının izlenimlerini veren deliller bulunabileceğinden delillerin incelenmesi konusunda oldukça dikkatli olunmalıdır. Uçuş yangınları konusunda tek bir delil yeterli olmayıp uyumlu, birbirlerini destekleyen bir deliller bütünüünün varlığı gereklidir. Yangın bir kazanın hem sebebi hem de sonucu olabilir. Genel olarak hava aracı kazalarının sebep faktörleri düşünüldüğünde olma olasılığı çok yüksek değildir. Çünkü modern hava araçları yanıcı materyallerle tutuşma sağlayabilecek materyal ya da sistemleri ayıracak

şekilde dizayn edilmiş olup ayrıca yangın tespit ve otomatik söndürme sistemlerini de içermektedir. Fakat ihtimali yüksek olmasa da bir yangın çıkma ihtimali daima vardır. Eğer yangın kontrol altına alınamaz, söndürülemez ve daha sonra da hava aracı düşerse çarpmanın etkisiyle yerde çıkan yangın havadaki yangına ait bir çok delilin yok olmasına sebep olacaktır (Ellis, 1984, p.81).

**1.7.8.1. Tanımlar:** Yangın incelemesi konusuna başlamadan önce bazı tanımların incelenmesinde fayda vardır:

Yangın: Sonucunda ısı ve ışık üretilen bir oksidasyon reaksiyonu için kullanılan genel terimdir.

Difüzyon Alevi veya Açık Alev: Sonucunda ısı ve ışık üretilen hızlı bir oksidasyondur. Bir gaz alevi ya da mum alevi açık alev örnektir. Bir hava aracı kazasında çarpmadan sonra meydana gelen alev topundan sonra kalan yakıtın yanması da örnek olarak verilebilir (Wood ve Sweginnis, 1995).

Deflagrasyon (Alev Topu): Gaz halindeki maddelerin yoğun bir ısı, ışık ve düşük seviyede şok dalgası meydana getirdiği ses altı hızdaki (subsonic) yanmadır. Birçok kazadan sonra oluşan alev topu deflagrasyona örnektir (Akkaya, 2002, s.122).

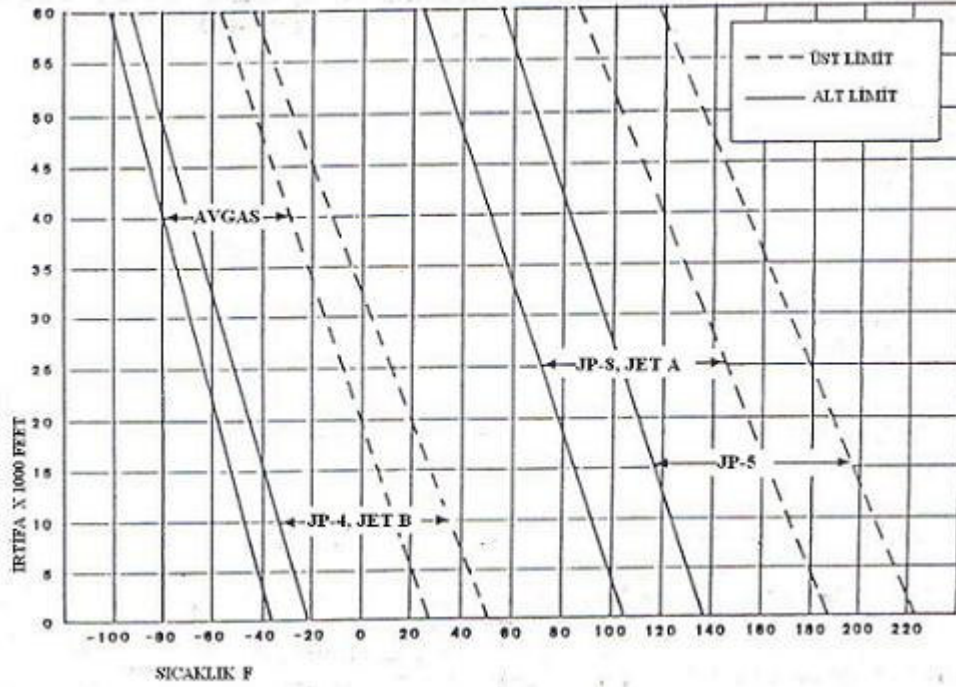
Patlama (Detonation): Alevlerin öncesinde oluşan şok dalgalarıyla karakterize edilen, kapalı veya açık bir alanda meydana gelen ses üstü hıza sahip (supersonic) yanmadır (Akkaya, 2002, s.122).

Patlama (Explosion): Kapalı bir yerde meydana gelen Detonation' dır. Patlama sonucu ani bir basınç ortaya çıkar ve içinde olduğu kapalı kap veya alanın parçalanmasına sebep olur. Bu patlama mekanik ya da kimyasal olabilir (Wood ve Sweginnis, 1995).

Parlama Noktası: Bir materyalin yanıcı buhar oluşturacağı en düşük sıcaklıktır. Parlama noktası sıcaklığı çevresel basınç arttığında azalır, basınç azaldığında ise artar (GE Manuel, 1984, p.110).

Kendiliğinden Alev Alma Sıcaklığı : Bir materyalin dışarıdan herhangi bir tutuşturucu etki olmaksızın kendiliğinden alev alacağı sıcaklıktır (Akkaya, 2002, s.122).

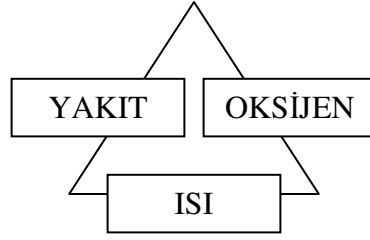
Yanıcılık Limitleri : Bu limitler genel olarak üst limit, alt limit veya patlayıcılık limiti olarak belirtilir. Yanıcılık limiti bir yakıtın yanmayı devam ettirmesi için yüzde hacim olarak hava içindeki en düşük ve en yüksek konsantrasyonu olarak tanımlanır. Diğer bir ifadeyle alt limitin altındaki bir yakıt hava karışımı yanma için fakir, üst limitin üzerindeyse de fazla zengindir. Bu limitler yer yangınlarında çok fazla bir anlam ifade etmezler. Fakat havada meydana gelen yangınlarda yakıtların irtifa ve sıcaklığa göre yanıcılıkları değişeceğinden faydalı olabilmektedir. Yani uçuş yangınının oluşabilmesi için hava aracının yanıcı yakıt hava karışımının olduğu bir irtifa ve sıcaklıkta bulunması gerekmektedir (Wood ve Sweginnis, 1995). Şekil 1.20 incelendiğinde havacılık benzini olarak adlandırılan ve türbinli motorlarda kullanılan AVGAS' ın yüksek irtifalarda düşük sıcaklıklarda bile kolaylıkla yanıcılık limitlerine ulaştığı görülür. Türbinli motor yakıtlarında ise günümüzde tercih edilen yakıt JP-8 veya JET A olarak bilinen yakıttır. Şekilden de anlaşılacağı gibi JP-5 yanıcılık limitleri açısından daha güvenilir olmasına rağmen pahalı bir yakıt olması sebebiyle tercih edilmemektedir.



Şekil 1.20 Yakıtların Yanıcılık Limitleri (Wood ve Sweginnis, 1995)

Flashover : Bu terim bir materyalin ısısının kendiliğinden tutuşma sıcaklığının üzerine çıktığı fakat oksijen yokluğundan dolayı tutuşmanın olmadığı durumu ifade eder. Bu durumda eğer ortama bir şekilde oksijen verilirse (havalandırma gibi) ortamın her noktasında aynı anda bir yanma hatta bazen patlama meydana gelir (Akkaya, 2002, s.123).

Yanmanın gerçekleşmesi için üç temel unsurun varlığı gerekir. Bunlar: “Hava (oksijen), yakıt (yanıcı) ve ısı”dır. Buna “**Yanma Üçgeni**” adı verilir. Bunlardan herhangi birinin ortamdaki uzaklaştırılması yanmanın sona ermesine yol açacaktır. Örneğin: Bir söndürme vasıtası olan suyun söndürme etkisi onun ısıyı ortadan kaldırma özelliği sayesinde olur. Şekil 1.21’de yanma üçgeni gösterilmiştir (Eken, 2002, s.8).



**Şekil 1.21** Yanma Üçgeni (Eken, 2002)

Hava aracı kaza incelemesinde yangınlar üç kategoriye ayrılır: Bunlar “Yer Yangınları”, “Çarpma Etkisiyle Meydana Gelen Yangınlar” ve “Uçuş Yangınları” dır. Kaza incelemecisinin yangın analizinde en önemli görevi uçuş yangınları ile çarpma/yer yangınlarını birbirlerinden ayırt etmektir. Yer yangınları çarpma etkisiyle parçalanmış yakıt depoları ve yakıt hatlarından çevreye yayılmış olan yakıt birikintilerinin yanmasıyla meydana gelir. Çarpma yangınları ise çarpma kuvvetlerinin oluşturduğu yüksek enerjinin yakıtı hızlı bir şekilde atomize ederek yanıcı bir buhar haline getirmesiyle oluşan alev topu şeklindeki yangınlardır (Sweginnis, 1984, p.1). Çarpma sonrasında deflagrasyon denilen alev topu , düşük basınçlı bir şok dalgası ve çok yoğun bir duman ve is bulutu oluşur. Bu esnada bu alev topu ve duman bulutunun içinden geçen bütün nesnelere anında islenir (Wood ve Sweginnis,1995). Uçuş yangınları da adından anlaşılacağı üzere havada herhangi bir sistemin arıza yapması, yapısal bütünlüğün bozulması ya da başka herhangi bir sebeple yangının meydana gelmesidir.

Hava araçlarında kullanılan petrol ürünleri çoğunlukla hidrojen ve karbon bileşikleridir. Bu tür ürünlerin yanmasında yeterli oksijen ile yandıklarında duman oluşturmazlar. Çünkü bu yanmanın sonucunda su buharı ve karbondioksit meydana gelir ki ikisi de görünmezdir. Tam yanma diye nitelendirilebileceğimiz bu hadisenin oluşturulması oldukça zor olup çoğunlukla kontrollü bir yanma hadisesinde gerçekleştirilebilir. Normal şartlarda bu ürünlerin yanmasıyla karbon (is), karbon monoksit ve karbon dioksit oluşacaktır.



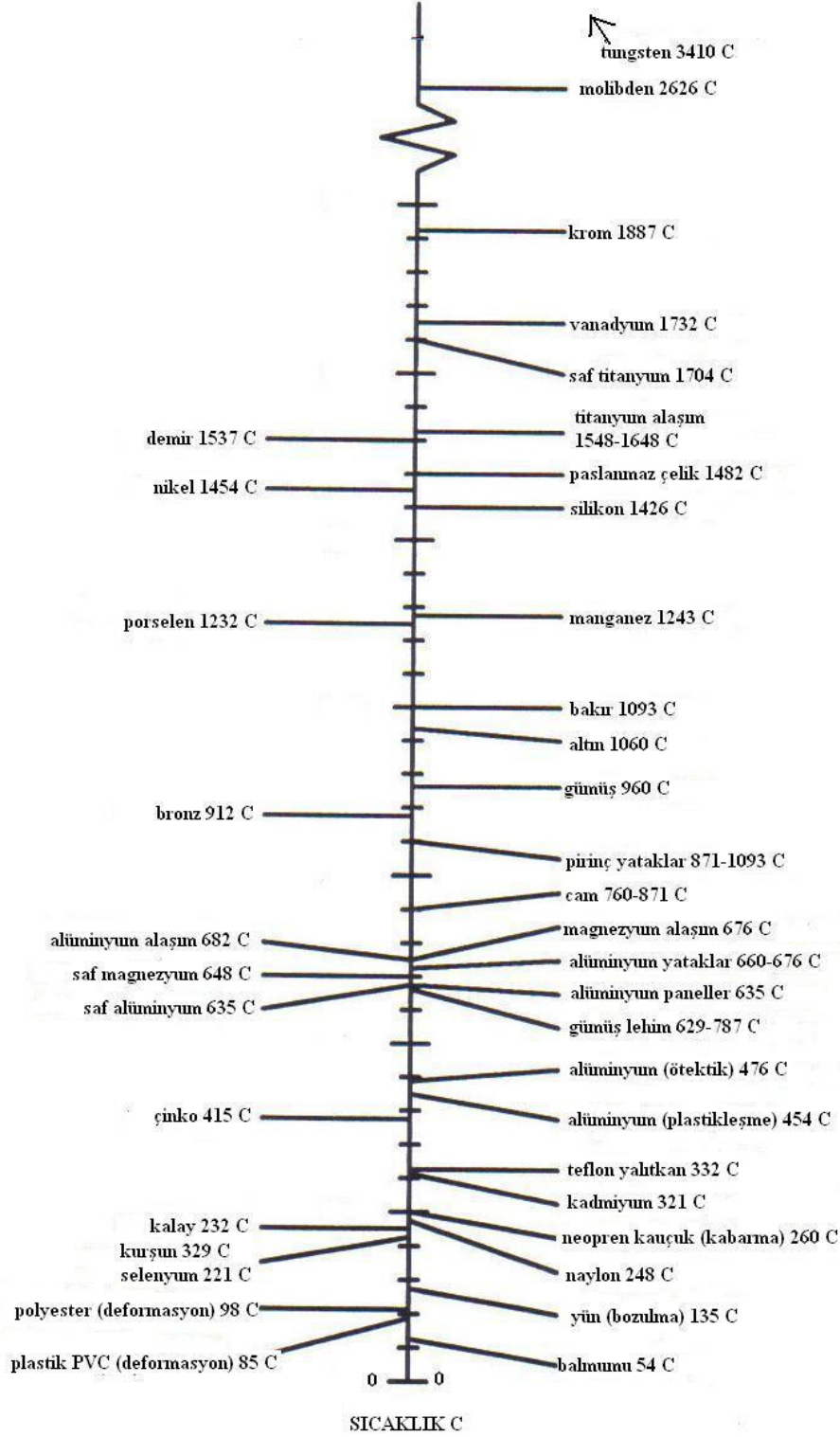
Karbon koyu siyah bir duman şeklinde görülecektir (Ellis,1984, p.81). Aslında yakıt veya hidrolik gibi sıvılar sıvı olarak yanıcı değildir. Fakat yanıcı olan bunların buharlarıdır. Yanma sıvıların buhar ya da buğu formatının bulunduğu üst kısmında oluşacağından yanıcılık açısından önemli olan husus sıvının buhar oluşturmaya olan eğilimidir. Bu da sıvının uçuculuk seviyesi ve sıcaklığının bir fonksiyonudur. Mesela çok yüksek uçuculuk özelliği olan AvGas (Havacılık Benzini) çok düşük sıcaklıklarda bile yanıcı buhar oluşturur. Öbür yandan Jet-A'nın çok düşük uçuculuk özelliğiyle yanıcı buhar oluşturabilmesi için çok yüksek sıcaklıklara ısıtılması gerekir. Tablo 1.5'te havacılıkta kullanılan yakıtların yanıcı buhar oluşturdukları en düşük sıcaklık (parlama noktası) ile kendiliğinden alev alma sıcaklıkları gösterilmiştir. Yanıcı buharlar, zerrecik formunda da olabilmektedir. Bu durumda sıvı, çok küçük zerrecikler halinde havada asılı bulunmaktadır. Bir jet motorunda yanma odasına yakıtın püskürtülmesiyle meydana gelen yanma bu tür bir yanmadır. Aynı duruma hidrolik sistemlerde meydana gelen bir delik de sebep olabilir. Çok yüksek basınç altında (3000 PSI) bulunan hidrolik sistemlerde açılan bir delik sıvının buradan püskürürken çok küçük parçalara ayrılmasına (pülvarizasyon, atomizasyon vb.) ve herhangi bir ısı kaynağıyla karşılaştığında kolaylıkla tutuşmasına sebep olur. Bu haldeki yakıt, yakıt buharından daha düşük sıcaklıklarda bile tutuşabilir (Wood ve Sweginnis,1995).

SIVI	PARLAMA NOKTASI	ALEV ALMA SICAKLIĞI
AVGAS	-42 °C	440-515 °C
JP-4, Jet B	-23 °C	223-251 °C
JP-5	63 °C	223-251 °C
JP-7	65 °C	223-251 °C
JP-8	43 °C	223-251 °C
Jet A/A1	49 °C	223-251 °C
Kerosin	35-62 °C	226-248 °C
Motor Yağı	225 °C	226-248 °C
Hidrolik(MIL-5606B)	90 °C	223 °C
Hidrolik(MIL-83282)	204 °C	329 °C
Skydrol 1500 B4	160 °C	507 °C
Hydrazine	52 °C	270 °C

**Tablo 1.5** Hava Araçlarındaki Sıvıların Parlama Ve Tutuşma Sıcaklıkları (Naval Pocket Reference, 2001)

Eğer yangın uçuşta meydana gelirse yangın yüksek hava akışından dolayı daha fazla oksijene maruz kalır ve daha hızlı ve güçlü bir yanma meydana gelir. Teorik olarak tam doğru miktarlarda yakıt buharı ve oksijenin meydana getirdiği karışıma “Stoichiometric” karışım denir ve bu durumda yakıt ve oksijen molekülleri tam olarak ve mükemmel şekilde reaksiyona girerler. Bu yanma sonucunda duman formunda yan ürünler görülmez. Bu durum nadiren görülür ve çok fazla hava akımına maruz kalan yangınlarda bu duruma ulaşılabilir. Yakıt üzerindeki hava akışı yakıtın daha hızlı buharlaşmasına ve yanıcılığının yükselmesine sebep olur. Bu durum aynı zamanda yanmanın enerjisini de artırarak çok daha yüksek sıcaklıkların görülmesine sebep olur (Sweginnis, 1984, p.2). Yangın incelemesinde hava akışı, hava aracının yapısal bütünlüğü, sistemlerin özellikleri ve materyallerin fiziksel özelliklerindeki değişim incelenerek yer/çarpma yangınları ile uçuş yangınları birbirlerinden ayırt edilebilir.

**1.7.8.2. Hava Akışı:** Yangın üzerindeki hava akışının artırılması reaksiyona daha fazla oksijen ekleyerek daha iyi bir yanma meydana getirir ve sonucunda da normal yangınlara göre daha yüksek sıcaklıklara ulaşılır. Yerde birikmiş bir JP-4 yakıtı yaklaşık olarak 871-1093 °C (1600-2000 °F) sıcaklık üretir. Hava akışına maruz kalan bir yanmada ise yaklaşık 1650 °C lik (3000 °F) sıcaklıklara ulaşılır. Buna göre yer yangınlarında alüminyum alaşımlar eriyebilir (648 °C, 1200 °F), cam kaplamalar özelliklerini bozulabilir (648 °C, 1200 °F) veya naylon materyaller eriyebilir (150 °C, 300 °F). Fakat paslanmaz çeliğin (1482 °C, 2700 °F) veya titanyumun erimesi (1704 °C, 3100 °F) uçuş yangınının kuvvetli bir delili olarak değerlendirilebilir (Sweginnis, 1984, p.2). Hava araçlarında genellikle kullanılan malzemelerin erime sıcaklıkları Şekil 1.22’de gösterilmiştir. Bu şekil yardımıyla ve hava aracının yapısının bilinmesiyle yangın alanındaki sıcaklığın tahmin edilmesi ve bu sıcaklığın yer yangını limitlerinin üzerinde olup olmadığı tespit edilebilir (Wood ve Sweginnis, 1995). Fakat bu belirtilerin görülmesinin her zaman uçuş yangınına işaret etmediği de göz önünde bulundurulmalıdır. Kapalı bir alanda bol oksijen alan (oksijen sistemi arızası) bir yangındaki materyal ya da yerde üstüste yığılmış enkaz parçalarının meydana getirdiği baca etkisinin şiddetli yerel rüzgar ile desteklenmesiyle meydana gelen yangına maruz kalan materyallerde de benzer etkiler görülebileceği akıldan çıkarılmamalıdır.



Şekil 1.22 Hava Araçlarında Kullanılan Metallerin Erime Sıcaklıkları (Wood Ve Sweginnis, 1995)

Hava akışının sıcaklığın artırılmasının yanında bir de dinamik etkisi vardır. Yer yangınında erime sıcaklığına yakın bir ısıya ulaşmış olan alüminyum alaşım plastikleşir ve daha sonra eriyerek yer çekiminin etkisiyle damlamaya başlar. Etkin kuvvet yer çekimi kuvvetidir. Uçuşta ise durum oldukça farklıdır. Öncelikle ısı etkisiyle yumuşamış metallerde yer çekimiyle uyumsuz yamulmalar görülür. Erime süreci başladığında ise hava akışının oluşturduğu dinamik kuvvet bu eriyikleri küçük parçalar halinde kopartarak akış istikametinde sürükler. Bu damlacıklar karşılına çıkan yüzeylere yapışır. Bu hadisenin görülmesi yalnızca uçuş yangınına değil aynı zamanda yangının çıkış yeri ve yayılma istikametini de göstermesi açısından önemlidir (Sweginnis, 1984, p.2,3). Hava akışı etkisiyle sürüklenen erimiş metaller karşılaştıkları yüzeyin sıcaklık durumuna göre iki farklı görüntü meydana getirirler. Bunlar “yapışma” ve “birleşme” hadiseleridir. Genellikle erimiş metaller karşılaştıkları yüzeylerden daha sıcak olmaktadır. Bu durumda erimiş metal hava akışının etkisiyle akış istikametindeki yüzeylere küçük damlacıklar halinde yapışır. İlk bakışta kir gibi görünüp el ile yüzey kontrol edildiğinde kir değil küçük parçacıklar olduğu anlaşılır. Birleşme ise karşılaşılan yüzeyin erimiş metalden daha sıcak olmasını gerektirir. Bu durum bir jet motorunun türbin ya da egzost kısmı hariç nadiren görülür. Birleşmede erimiş metal artık diğer yüzeyin bir parçası olur ve düzgün ve pürüzsüz bir yüzey görüntüsü meydana gelir (Wood ve Sweginnis, 1995).

Uçuştaki yüksek hava akımına maruz kalan bir yangında başlangıç noktası büyük bir ihtimalle yangın hasarına maruz kalmış olan bölgenin en ön (uçak istikametine göre) kısmı veya o kısma yakın bir noktadır. Eğer uçuş yangını sakin bir alanda ise (hava akımına maruz kalmıyorsa) bu durumda başlangıç noktası en az yangın hasarı olan bölgededir. Klasik bir yangın paterninde yangın başlangıç noktasından yukarı doğru V şeklinde yayılır ve duman öncelikle yükselip tavanda toplandıktan sonra yan duvarlardan ya da uçağın kenarlarından aşağı doğru ilerler. Malesef bu izler hava aracı yere çarptıktan sonra oluşan yangınlarda çoğunlukla yok olmaktadır (Sweginnis, 1984, p.3).

Hava akımı erimiş metaller üzerinde yaptığı benzer etkiyi is paternleri üzerinde de yapar. Aslında yer yangınlarında daha fazla is meydana gelir fakat uçuş yangınlarında

da is paternleri görülür. Uçuş yangınlarındaki is paterni hava akışı istikametinde ve dar bir yapıdadır. Yer yangınlarında ise daha geniş ve genellikle yukarı veya yerel rüzgarların esme istikametine doğrudur. Bazı durumlarda çarpma sonrası oluşan yangınlar bu akış paternlerini gizler. Bu durumda ise ilerleme istikametindeki “Gölgeler” incelenir. Hava akışı istikametinde hareket eden is bir engelle karşılaştığında (perçin başı, ek yeri, anten, basamak gibi) bu cismin diğer tarafında temiz, izsiz ya da diğer bir ifadeyle gölgeli bir alan bırakacaktır. Bu durum yangının ilerleme paterni hakkında değerli ipuçları verir (Wood ve Sweginnis, 1995). İsin kimyasal olarak incelenmesiyle de yangının kaynağı hakkında fikir elde edilebilmektedir. Hidrolik ve yağlarda bulunan katkı maddelerine ait izler laboratuvar incelemesiyle tespit edilebilir. Bu katkı maddeleri yakıt içerisinde bulunmaz. Böylece meydana gelen isin yakıtın mı yoksa yağ ya da hidroliğin yanması sonucu mu oluştuğu tespit edilebilir (Ellis, 1984, p.82).

**1.7.8.3 Yapısal Bütünlük:** Yangın incelemesinde yapısal bütünlüğün değerlendirilmesi gerekmektedir. Yani bir hava aracı yapısal bütünlüğü bozulmadan önce havada yanmaya başlamışsa yanyana olan parçalar benzer yanma izleri gösterirler. Uçuş yangını, parçaları kırılmadan, bükülmeden ya da kopmadan önce etkiler. Mesela çarpma esnasında parçalara ayrılmış bir kanat, incelemeciler tarafından tekrar bir araya getirildiğinde eğer parçalar arasında yanma özellikleri açısından uyum varsa bu durumda bu kanadın havada yangına maruz kaldığı düşünülebilir. Fakat mesela bir parçada kömürleşme, o parçayla birleşen diğer bir parçada ise sadece renk değişiminin görülmesi bu parçaların yerde parçalandıktan sonra buldukları yere göre çeşitli derecelerde yer yangınına maruz kaldığı anlamına gelecektir. Havada yandıktan sonra yere çarpınca kırılan bir materyalin kırık uçları parlak ve temiz olacaktır. Bükülmüş bir malzemenin ise katlanmaların her iki tarafında da eşit yanma izlerine rastlanır. Çarpma etkisiyle yerlerinden fırlayan perçinler ya da diğer parçaların alt kısımlarında yanma izleri görülmez. Buralar daha temiz bir görüntüye sahiptir. Yer yangını bölgesinin dışında bulunan yanmış parçalar da uçuş yangınının bir delili olabilir. Yine konumları itibariyle yer yangınına maruz kalmamış olduğu görülen yanmış parçalar (su altında ya da toprak altına gömülmüş parçalar) uçuş yangınına işaret ederler. Fakat çarpma esnasında meydana gelen alev topu, içerisinden

geçerek çevreye dağılan parçalarda da benzer durumların görülmesine sebep olabilirler. Bu ikisini birbirlerinden ayırt etmek gerekir (Sweginnis, 1984, p.3,4).

**1.7.8.4 Sistemler:** Uçuşta meydana gelen yangınlar sistemleri faal haldeyken etkiler. Yer yangınları ise artık çalışamaz durumda, kırılmış ya da parçalanmış haldeki sistemleri etkisi altına alır. Örneğin 3000 PSI basınç altındaki bir hidrolik sistem yangına maruz kaldığında hidrolik borularında erime meydana gelmeden önce yüksek iç basınçtan dolayı açılmalar meydana gelir. Fakat yer yangınında hidrolik sistem dağılmış ve basıncı yok olmuş olduğundan yalnızca erime belirtileri görülecektir. Hava aracı içinde ısıtma/soğutma ya da basınçlandırma için kullanılan hava akışı, is ve yangını normalde gitmeyeceği yerlere kadar ulaştırabilir. Normal olarak çok yüksek sıcaklıklarda tutuşacak olan bir sıvı 3000 psi basınç altındaki bir sistemin kaçak yapmasıyla atomize olarak kolaylıkla tutuşabilmektedir. Hava akışı istikametindeki yüzeylere yapışarak giden bir is paterni bir yerde yok olup müteakiben tekrar devam ediyorsa bu patern uçuşta meydana gelmiştir. Is normal olarak 371 °C'den (700 °F) daha yüksek sıcaklıklara sahip yüzeylere yapışmaz. Dolayısıyla isin yayılma paterni üzerindeki bu boşluk bu yüzeyin 371 °C'den daha sıcak olduğunu gösterir. Bazı sistemler faal halde çalışırken bu sıcaklık değerinin üzerine çıkarlar. Dolayısıyla bahsedilen paternin görülmesi hem uçuş yangınına hem de uçuşta ilgili boşluğun meydana geldiği sistemin faal olduğuna işaret eder. Daha önce bahsedilen erimiş metallerin çarptığı yüzeye birleşmesi ya da yapışması da ilgili yüzeyin ait olduğu sistemin çalışır durumda olup olmadığı hakkında bilgiler verebilmektedir (Sweginnis, 1984, p.5; Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.8.5. Fiziksel Özelliklerdeki Değişim:** Yangın etkisine maruz kalan materyaller sağlamlıklarını kaybederler. Bu durum maruz kalınan sıcaklık miktarı ve süre ile orantılıdır. Ne kadar fazla bir ısıya ya da ne kadar uzun süre ısıya maruz kalınırsa dayanıklılık o kadar azalacaktır. Dayanıklılığı azalan malzemeler normalde uçuşta taşıyabilecekleri yükleri taşıyamaz hale gelerek yapısal bütünlüğün bozulmasına sebep olurlar. Bu tür durumlar dikkatli bir incelemeyle çarpma sonrası meydana gelen ayrılma ve parçalanmalardan ayırt edilebilir (Sweginnis, 1984, p.6). Çoğu hava aracı metal yapısı yaklaşık olarak % 95 saf alüminyum ile bakır veya çinkonun ve az miktarda diğer bazı

elementlerin oluşturduğu alaşımlardan meydana gelmiştir. Alüminyum alaşım eğer erime sıcaklığına yakın bir sıcaklığa (yaklaşık 482 °C, 900 °F) maruz kalırsa plastik bir hal alır. Bu durum metallerde “Ötektik” erime olarak isimlendirilir. Bu durumdayken şiddetli bir çarpma kuvvetine maruz kalan alüminyumda kırık bir odun ya da dal parçasında görülen liflenmeye benzer bir yapı görülür. Bu yapıya “süpürgeleşme etkisi” de denir (Wood ve Sweginnis, 1995). Bu etkinin görülmesi çok büyük bir ihtimalle uçuş yangınının delili sayılmakla birlikte yerde meydana gelen şiddetli bir patlamanın da benzer bir etki yapabileceği unutulmamalıdır. Aynı durum ilgili parça normal çalışma durumunda yüksek gerilimlere maruz kalıyorsa ve sonradan da ısıya maruz kalırsa da görülebilir. Dolayısıyla süpürgeleşme etkisi uçuş yangınlarının % 100 göstergesi olarak sayılamaz (Sweginnis, 1984, p.6). Hava araçlarında kullanılan materyallerin çoğu normalde maruz kaldıkları sıcaklığın üzerinde bir sıcaklıkta strese ya da kırılma kuvvetlerine maruz kalırlarsa orada sıradışı bir patern görülecektir. Dolayısıyla sıradışı kırılma paternleri ilgili parçanın kırılmadan önce yangına maruz kalmış olabileceği anlamına gelip bu tür paternlerin görüldüğü her durumda detaylı laboratuvar incelemesi yapılmalıdır (Ellis, 1984, p.82).

#### **1.7.8.6. Başlıca Materyaller ve Tutuşma Kaynakları**

**1.7.8.6.1. Kompozit Materyaller:** Kompozit kelimesi iki veya daha fazla materyalin yeni bir materyal oluşturmak üzere biraraya gelmesi anlamına gelmektedir. Yani teknik olarak homojen olmayan bütün materyeller kompozit materyal olarak tanımlanabilir. Böylece herbir materyalin üstün özellikleri yeni oluşturulan materyalde biraraya gelmiş olur. Bu özellikler genel olarak sağlamlık, hafiflik, dayanıklılık, uzun ömürlülük, termal yalıtım ve akustik yalıtım gibi özelliklerdir (Dole, p.103). Kolay imalatı, düşük maliyeti, korozyon, yorulma ve aşınmaya karşı dayanıklılığı ve ihtiyaçlar doğrultusunda hazırlanabilirliği sebepleriyle bugün hava araçlarında yüksek oranda kompozitler kullanılmaktadır. Hava araçlarında kullanılan başlıca kompozitler fiberglass veya karbonfiber'dir. Bu materyaller tek başlarına, birbirleriyle kombinasyon halinde ya da herhangi bir malzemeye kaplama şeklinde kullanılabilirler. Ateşe maruz kaldığında

fiberglass yaklaşık 649 °C'de (1200 °F) civarında erimektedir (Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.8.6.2. Alüminyum Alaşımalar:** Yangın durumunda malzemenin davranış biçimi alaşımı oluşturan elementlerin özelliklerine, konfigürasyona (kalın veya ince, blok veya panel halinde oluşları), sıcaklık ve ısıya maruz kalma süresine, ve malzeme üzerindeki gerilim miktarına bağlı olarak değişmektedir. Isıya maruz kalmanın ana sonucu yapısal mukavemetin azalmasıdır. Bu durum zamana bağlı olup yüksek ısıli yanmalarda hızlı, düşük ısıli yanmalarda ise yavaş gelişmektedir. Eğer ısıya maruz kalınan süre hakkında bir tahmin yapılabiliyorsa alaşımın sertliği ölçülerek maruz kalınan sıcaklık yaklaşık olarak hesaplanabilir. Alüminyum alaşımalar yaklaşık olarak 455 °C (850 °F) civarında plastikleşmeye ve sonucunda göçmeye ve çukurlaşmaya başlarlar. Bu durum çoğunlukla kaza sonrası yer yangınlarında meydana gelir ve malzemelerin çarpma sebebiyle büküldüğü gibi yanlış bir görüntüye sebep olur. Yaklaşık 635 °C sıcaklıkta (1175 °F) alüminyum alaşım tamamen erir (Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.8.6.3 Yanıcı Sıvı Kaynakları :** Hava araçlarında yangına sebep olabilecek çok çeşitli sıvılar bulunmaktadır. Bunlardan uçak yakıtı en önemli kaynaktır. Çarpma anında yarılan depolardan sızan yakıt zerrecikler halinde yayılır ve kıvılcımlardan, motor egzostundan veya sıcak parçalardan kolayca tutuşabilir. Uçuş esnasında boşalan yakıtın beyaz duman şeklinde bir görüntüsü vardır. Egzost gazlarının içine sızan yağ grimsi-beyaz bir duman meydana getirir. Motor içinde tutuşan bir yağ ise siyah bir duman meydana getirir. Bütün hidrolik sıvılar tutuşabilir bir özelliğe sahiptir ve eğer yeterli ısı mevcutsa yanmayı devam ettirirler. Eğer hidrolik sistemde bir kaçak bulunuyorsa yüksek basınçtan dolayı sıvı zerrecik formunu alır ve normal tutuşma sıcaklığının çok altında bile bu haliyle tutuşabilir. Bu durum iniş takımlarında ve fren tertibatlarında meydana gelen yangınların tipik senaryosudur. Frenler ve tekerlekler fazla ısınacağından herhangi bir hidrolik kaçağı kolayca tutuşabilir. Bütün hava aracı bataryaları belli koşullar altında hidrojen gazı üretirler. Tehlikeli bir duruma sebebiyet vermemek için batarya kompartımanlarında havalandırma sistemleri yapılmıştır. Batarya yeterince havalandırılmazsa ortamda biriken hidrojen gazı bir elektrik kıvılcımı yardımıyla kolaylıkla ateşlenebilir. Meydana gelen



yangın küçük çaplı bir patlamayla başlar ve bütün mevcut hidrojeni tüketir. Ortamda karbon bulunmadığından duman, is gibi yan ürünler görülmez (Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.8.6.4 Kargo :** Uçak gövdesinde meydana gelen yangınlarda taşınan kargo daima bir şüphe kaynağıdır. Genellikle bu durum kargonun cinsine, kargo bölümünün büyüklüğüne ve kapatılma sıklığına göre değişir. Eskiden kargo bölümü kapalı olduğundan burada oluşacak bir tutuşmanın yeterli oksijen alamayacağı ve kendiliğinden söneceği düşünüldüğünden kargo bölümüne yangın söndürme sistemi konulmuyordu. Fakat bu sebeple meydana gelen büyük bir kazadan sonra bu durum değiştirilerek kargo bölümünde yangın söndürme sistemi zorunlu hale getirilmiştir.

**1.7.8.6.5. Statik Elektrik Boşalması:** Statik elektrik, elektriksel olarak farklı yüklü iki malzemenin birbirlerine yaklaştırılıp daha sonra uzaklaştırılması sonucu oluşur. Havanın içinde hareket eden bir hava aracı statik elektrik üretir. Yakıt hortumu içerisinden akan yakıt veya dolum tabancasından depoya akan yakıt statik elektrik üretebilir. Eğer malzemeler arasındaki potansiyel fark yeterli büyüklüğe ulaşırsa bu malzemeler birbirlerinden ayrılırken ark şeklinde bir statik boşalma görülür. Bu statik boşalmanın derecesi sıcaklık ve nem oranına göre değişir. Aynı şekilde statik boşalmanın enerji seviyesi de tahmin edilebilir değildir ve yanıcı buharları tutuşturabilir ya da tutuşturamayabilir. Bazı hava araçlarının depolarında yangına karşı kullanılan köpüklerin elektriksel olarak dirençlerinin yüksek olduğu ve yakıt depolarındaki yakıt buharını tutuşturmaya yetecek kadar statik boşalmaya sebep olabildikleri görülmüştür (Wood ve Sweginnis,1995). Kaza sonrasında bile enkaz içerisindeki dolu yakıt depoları boşaltılmaya çalışılırken eğer gerekli önlemler alınmazsa statik elektrik sebebiyle yakıt buharları tutuşup yangın çıkmasına sebep olabilir (Ellis, 1984, p.84).

**1.7.8.6.6. Yıldırım:** Normal olarak yıldırım isabeti hava araçlarında çok büyük hasarlara sebep olmaz. Hava aracının sivri noktalarına isabet eden yıldırım metal yapıdan geçer ve diğer uçtan çıkar. Eğer hava aracındaki parçalar birbirlerine sağlam bağlanmışlar ve bağlama sürekliliği sağlanmış ise bu akım esnasında kıvılcım oluşmaz. Burada

bağlanmadan (Bonding) kasıt farklı malzemelerin arasındaki potansiyel farkı gidermek için birbirlerine elektriki olarak irtibatlanmasıdır. Eğer bağlama yapılmamış ise bu akım esnasında kıvılcım oluşur ve eğer burada yakıt buharı da mevcut ise (genellikle yakıt deposu veya yakın çevresi) bir yangın meydana gelebilir. Metal yüzeyler üzerinde yıldırımın bıraktığı izler oldukça küçük ve bulunması zordur. Fakat kompozit yapılarda durum farklıdır. Kompozit malzemeler yalıtkan olduklarından dolayı yıldırımın bu yüzeylerde bıraktığı izler oldukça belirgindir (Wood ve Sweginnis, 1995).

### **1.7.9. Patlamaların İncelenmesi :**

**1.7.9.1. Genel:** Patlama kapalı bir alanda meydana gelen ve yüksek miktarda basınç üreten bir infilak çeşididir. Hava aracının yakıt deposunun boşluk kısmında meydana gelen patlama düşük hızlı bir patlama olarak tanımlanır ve saniyede 10000 feet'den daha az hızlarda gerçekleşir. Nitrogliserin, PETN ve RDX gibi patlayıcı maddeler ise saniyede 20000 feet'den fazla patlama hızlarıyla yüksek hızlı patlama olarak tanımlanır (Wood ve Sweginnis, 1995). Hava araçlarında meydana gelen patlamaların çoğu yakıt deposu gibi kapalı bir ortamda yakıt buharının tutuşması sebebiyle meydana gelmektedir. Kapalı alanlarda meydana gelen patlamalar zayıf yüzeylerde balonlaşmaya ve daha sağlam yüzeylerde de açılmalara sebep olur. Bazı durumlarda enkaz krateri içerisinde kalan sıvı oksijen tüpleri yangın etkisiyle patlayarak krater içindeki parçaların dışarı savrulmasına sebep olur ve yangının kaynağı konusunda yanıltıcı olabilir (Ellis, 1984, p.84 ).

Normal olarak hava araçlarında kullanılan hiçbir malzeme yüksek hızlı bir patlamaya sebep olmaz. Eğer böyle bir patlama meydana gelmişse bu patlama hava aracında taşınan mühimmat, patlayıcı madde ya da benzeri bir madde sayesinde olmuş demektir. Bu tür durumlarda sabotaj ihtimali de artmaktadır. Toplumda büyük endişe yaratması ve dikkat çekmesi bakımından hava araçları daima teröristler tarafından cazip bir hedef olarak görülmüştür. Bu konuda yaşanan en ünlü olaylar 23 Haziran 1985' te Air İndia'ya ait Boeing-747 tipi bir yolcu uçağının İrlanda üzerinde 31000 feet'teyken patlatılması sonucu 329 kişinin hayatını kaybetmesi ve Aralık 1988'de Lockerbie Faciası

olarak isimlendirilen Pan Amerikan Hava Yolları'na ait bir Boeing-747'nin İngiltere üzerinde patlatılması ile bütün yolcuların hayatını kaybetmesidir (Aggrawal, 2001).

Askeri hava araçları tarafından taşınan yanıcı patlayıcı maddeler patlamalara sebep olabilir. Ancak bu tür maddeleri taşımadığı kesin olan hava araçlarında yüksek hızlı patlama belirtilerinin görülmesi bir patlayıcının gizlice koyulduğuna yani sabotaja işaret eder. Eğer olayda sabotaj şüphesi varsa bu durumda kaza inceleme çalışmalarının seyri değişecektir. Olay teknik olarak hala bir kaza olmasına rağmen doğal sebeplerden değil kriminal bir hareket sonucunda gerçekleşmiştir. Bugüne kadar dünyada havada patlamaya sebep olan 60'tan fazla bombalama olayı vardır. Ayrıca 10' dan fazla da havada patlamadan şüphelenilmiş fakat kanıtlanamamış olay vardır. Havada patlamaya dair kuvvetli şüphenin var olduğu durumlarda olay artık bir uçuş emniyeti sorunu olmaktan çok kriminal bir sorundur (Wood ve Sweginnis, 1995). Kaza incelemelerinin normal hedefi sebep faktörlerini ortaya çıkararak benzer olayların oluşumunun önlenmesi ve emniyetin artırılmasıdır. Fakat bu durumda olay artık kriminal bir olgudur ve inceleme amacı tamamen farklıdır. Genellikle uçak gövdeleri gövde içinde meydana gelen patlamalara karşı oldukça dayanıklıdır. Patlayan bir bombanın gövdede oldukça büyük delik açtığı fakat uçağın normal olarak iniş yaptığı bir çok olay olmuştur. Patlamaların sistemler ya da aerodinamik yüzeyler üzerinde etkiler yapması ise oldukça ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Patlamanın yapısal birleşme noktalarına yakın olması ve bir delik açamaması sebebiyle oluşan güçlü basınç etkisi hava aracının yapısal bütünlüğünü kaybetmesine sebep olabilir. Havacılık sanayii bu konulara yönelik olarak daha sağlam gövde yapılarının ve kargo konteynerlerinin geliştirilmesi üzerinde çalışmaktadır.

**1.7.9.2. Yüksek Hızlı Patlamalar:** Patlamalar ağır parçalarda sıradışı hasarlar meydana getirirler. Bu durum çarpma kuvvetleriyle uyumsuz bir eğilme ya da bükülme şeklinde görülebilir. Buna ek olarak patlamalar daha hafif materyallerin de çok küçük parçalara ayrılmasına sebep olur. Bu tür patlamalar normalde sünek olan malzemelerde gevrek kırılmaya sebep olurlar. Oluşan çok yüksek basınç sebebiyle materyaller esnemeye bükülmeye fırsat bulamadan kırılır. Bazı durumlarda patlama reaksiyonunun meydana getirdiği sıcaklık kırılan parçaların kenarlarının dümdüz ya da kıvrımlı bir görüntü

almasına sebep olur. Çarpmaya ait etkilerin çoğu gövde ya da parçalar üzerinde dışarıdan içeri doğrudur. Fakat patlama içeriden dışarı doğru etki yaratır. Yangınlardan farklı olarak patlamalar ilerleme istikametinde metalleri eritmezler yüksek basıncın etkisiyle delerler (Wood ve Sweginnis, 1995).

Patlamaların incelenmesi konusunda kullanılan önemli bir teknik de kokpit ses kayıt cihazının titreşimleri tespit ederek patlamanın tespit edilmesi için kullanılmasıdır. Bu teknik mekanik mühendisi olan Frank Slingerland tarafından geliştirilmiş olup titreşimlerin tespit edilmesinde spektrogramların kullanılması fikrine dayanır. Bu teknikte gövde üzerindeki titreşimde meydana gelen değişimler yakalanarak patlamanın tanımlanması ve yerinin tespiti yapılmaktadır (Aggrawal, 2001).

Patlama sebebiyle parçalanan metaller çevredeki diğer materyallere ya da gövdeye yüksek hızlarla saplanırlar. Eğer patlamadan şüpheleniliyorsa bütün insan kalıntıları, koltuklar ve kargolar X-Ray' den geçirilmeli ve saplanan metal parçalar da özellikle incelenmelidir. Sıcak parçacıklar da saplandıkları yerlerde yanma, erime ya da kömürleşmeye sebep olurlar. Bu parçalar metal bir yüzeye çarptıklarında kenarları belirgin krater şeklinde bir görüntü oluştururlar. Bu belirtilerin hepsi yüksek hızlı patlamalara has belirtiler olup çarpmalar sonucunda kesinlikle bu etkiler görülmez. Eğer enkaz içerisinde bu tür belirtiler görülüyorsa bu durumda adli bilim uzmanlarına ve laboratuvar uzmanlarına başvurularak doğrulaması yapılmalıdır. Laboratuvarlar elektron mikroskobu yardımıyla patlama sonucu meydana gelen çukurlaşma, aşınma ve taneli yapı gibi patlamalara has ve normal olarak olay yerinde yapılan incelemede tespiti mümkün olmayan yüzeysel değişimlerin tespit edilmesini sağlar. Patlayıcı maddelerin ve patlama sonucu oluşan yan ürünlerin tespit edilmesinde ve tanımlanmasında kimyasal yöntemler de kullanılmaktadır (Wood ve Sweginnis, 1995).

Olay yerinde incelemeler yapılırken bir uçuş yangını ya da patlama izlenimi veren tek tek delillerle karşılaşılabileceği fakat asıl önemli olan hususun ise birbiriyle uyumlu tutarlı ve bütünlüğü delillerin bulunması olduğu akıldan çıkarılmamalıdır. Ulaşılan hüküm kimya ve fizik kurallarına uygun olmalıdır.

### 1.7.10. Motor İncelemeleri:

Güç sistemlerinin incelenmesindeki amaç çarpma anındaki motor performansının tespit edilmesi ve bu performans seviyesinin pilotlar tarafından kullanılması gereken seviye ile uyumlu olup olmadığının ortaya çıkarılmasıdır. Genellikle motorla ilgili problemin başladığı noktadan çarpma anına kadar olan gelişmelerin neler olduğu tespit edilmelidir. Elde mevcut personel ve imkanlar ölçüsünde motor ve aksesuarlarının analiz edilmek üzere üretici firma ya da bakım ve tamirat tesislerine gönderilmesi tavsiye edilir. Olay yerinde motor incelemecisi bütün motor parça ve aksesuarlarının konumu ve durumları ve çarpma sonrası yangına maruz kalıp kalmadıklarını not etmelidir. Eğer mümkünse derhal yağ, yakıt ve hidrolik sıvılarının incelenmek üzere olay yerinde kirlenmeleri ya da kaybolmalarından önce numuneleri alınmalıdır. Motor arızasından şüphelenildiğinde sadece hava aracından değil derhal yakıt ikmal ve depolama tesislerinden ve en son yakıt ikmali yapılan yerden numuneler alınmalı ve incelemeye dahil edilmelidir. Motorlara ait göstergelerin değerleri, durumları, motor kumandalarının ve anahtarlarının pozisyonları diğer bulgularla karşılaştırılmak üzere hemen not edilmelidir. Fakat bunların konum ve durumlarının çarpma anında kolayca değişebileceği de akıldan çıkarılmamalıdır (Ellis, 1984, p.87).

Bunların yanında pilot ya da görgü tanıklarının ifadeleri motor arızası olduğuna dair bilgiler verebilir. Ayrıca hava aracı ve motora ait bakım kayıtları incelenerek böyle bir arızaya sebep olabilecek bir trendin bulunup bulunmadığı incelenmelidir. Yakın dönemlerde yapılmış ve motoru etkileyebilecek bakım işlemleri ve kayıtları da dikkatle incelenmelidir (Elis, 1984, p.87).

**1.7.10.1. Pistonlu Motorlar :** Türbinli motorlara nazaran pistonlu motorların incelenmesi oldukça zordur. Öncelikle bu tip motorlar normalde aşınma paternleri de bu şekilde olduğundan daima dönü belirtileri gösterirler. İkincisi pistonlu motorlarda çarpma anına ilişkin bilgi verecek çok fazla delil bulunamaz. (Wood ve Sweginnis, 1995) Eğer motor dahili olarak arızalanmışsa bazı durumlarda motor iç yapısının bütünlüğü çarpmadan fazla etkilenmediği için incelemeci tarafından bunu tespit etmek kolay

olmaktadır. Fakat özellikle uçuşu devam ettirecek kadar gücün alınmadığı kısmi güç kayıplarında ise çarpmadan sonra arıza sebebini tespit etmek oldukça güçleşmektedir. Bu sebepten dolayı piston motorlarla ilgili incelemelerde ağırlık pervanelere verilir (Ellis, 1984, p.91).

Pistonlu motor incelemesinde temel adım kazaya ait bütün verilerin toplanmasıdır. Bu tanık ifadelerini, telsiz konuşmalarını ve kazaya ait temel koşulların bilinmesini içerir. Motorun çalıştığını ya da çalışmadığını gösteren pozitif deliller var mıdır? Bu durumu duyan ya da gören birisi var mıdır? Öncelikle bu durumlar incelenmelidir. Motorun nasıl bir ses çıkardığı konusundaki tanık ifadelerine temkinli yaklaşılmalıdır. “Motor tekliyordu” ya da “motor gürültülü çalışıyordu” gibi ifadeler pozitif delillerle doğrulanmaya ihtiyacı olan ifadelerdir. Çünkü normal olarak rölantideki bir motor bile benzer sesler çıkarabilmektedir. Kazaya ilişkin genel koşulların motor arızası senaryolarına uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir. Örnek olarak yaklaşma veya iniş safhalarında meydana gelen kazaların sebebi genellikle motor arızası değildir çünkü zaten motor düşük güç durumunda çalışmakta ve uçak da süzülüş durumunda bulunmaktadır. Eğer motor arızası bu safhada meydana gelirse bu arıza tolere edilebilmektedir. Diğer taraftan kalkışta meydana gelen bir kazada motor arızası ihtimali göz önünde tutulmalıdır. Bu durumda motor tam güçte çalışır ve meydana gelen bir güç kaybı ya da arıza telafi edilemeyecek bir duruma sebep olabilir (Wood ve Sweginnis, 1995).

Tam Motor Arızası veya Havada Motor Susması durumlarında arızaların büyük çoğunluğu yakıt ve yakıt sistemi ile ilgili olmaktadır. Bu durumda incelemeye yakıt sisteminden başlanmalıdır. Yakıt sisteminin incelenme amacı motora uçuş için gereken gücü sağlamak üzere yeterli ve temiz yakıtın ulaşip ulaşmadığının belirlenmesidir (Grimes, 1988). Yeterli yakıtın bulunup bulunmadığı en son yakıt alınan noktadan itibaren uçulan süre hesaba katılarak ya da eğer parçalanmadıysa direkt olarak yakıt depolarını inceleyerek tespit edilebilir. Eğer çarpma anında önemli miktarda yakıt varsa çevreye sıçrayan yakıt bitki örtüsüne bulaşmış ya da yakmış olabilir ve yanmadan çevreye yayılmış olan yakıt da kazadan belli bir süre sonrasına kadar kimyasal

incelemelerle tespit edilebilir. Kaza yerine ilk ulaşan insanlar (özellikle kurtarma görevlileri) yanmamış yakıt kokusu almış olabilirler. Eğer hava aracında hiç yakıt yoksa bu belirtilerin hiç birisine ve tabiki çarpma sonrası yangına rastlanmayacaktır (Wood ve Sweginnis, 1995). Eğer yakıtın kalitesi ya da temizliği konusunda şüphe duyuluyorsa mümkün olduğu kadar kısa zamanda numuneler alınmalıdır. Olay yerinde temiz bir kavanoz içindeki yakıtta gözle yapılacak bir kontrolde yakıt içerisinde su ya da büyük parçaların olup olmadığı görülebilir. Fakat yakıtın temiz olup olmadığına dair gerçek sonuçlar laboratuvar analizinden sonra alınabilir. Eğer analiz yapılacaksa her bir kaynaktan mümkünse bir galon yakıt numunesi alınması tavsiye edilir. Numuneler yakıt depolarının “sump” olarak isimlendirilen kısımlarından, filtrelerden ve motora giden yakıt hatlarından alınmalıdır. Yakıt filtreleri tıklandıklarında, yakıt filtrenin etrafından bypass edecek şekilde dizayn edilmişlerdir. Yakıtın bypass edilip edilmediği filtreler incelenerek tespit edilmelidir. Tahliye (dreyn) hatlarından gelen yakıttan da numune alınmalıdır. Herbir yakıt deposundaki yakıt miktarı ölçülerek kayıt altına alınmalıdır (Grimes, 1988).

Piston motorlu bir hava aracına türbin motorlarda kullanılan yakıtın koyulması kalkış esnasında güç kaybına sebep olur. Eğer bu tür yakıttan şüphe ediliyorsa “kağıt testi“ uygulanmalıdır. Bu testte bir kaç damla yakıt beyaz bir kağıt üzerine damlatılır. Eğer yakıt havacılık benziniyse bir süre sonra tamamen buharlaşacaktır. Fakat türbin yakıtıysa kağıt ışığa doğru tutulduğunda kolayca görünen nokta şeklinde yağlı bir iz bırakır (Wood ve Sweginnis, 1995).

Diğer önemli bir konu motora yakıt gidip gitmediğidir. Bu konu ile ilgili birden fazla incelenmesi gereken durum vardır. Bu durumun tespit edilmesi için bütün yakıt hatları ve karbüratör yakıt olup olmadığı açısından incelenmelidir. Yakıt deposu üzerindeki yakıt seçicide yakıt olup olmadığı, seçilen depodan yakıt çıkmasını engelleyen bir materyal olup olmadığı araştırılmalıdır. Yakıt depolarından ilginç nesnelere çıktığı görülmüştür. Diğer bir husus da yakıt pompalarının çalışıp çalışmadığının tespit edilmesidir. Depoda bir ya da birden fazla yakıt pompası olabilir. Ayrıca motor üzerinde ve yakıt hatlarında da yakıt pompaları bulunmaktadır. Bu pompaların hepsi, içinde yakıt

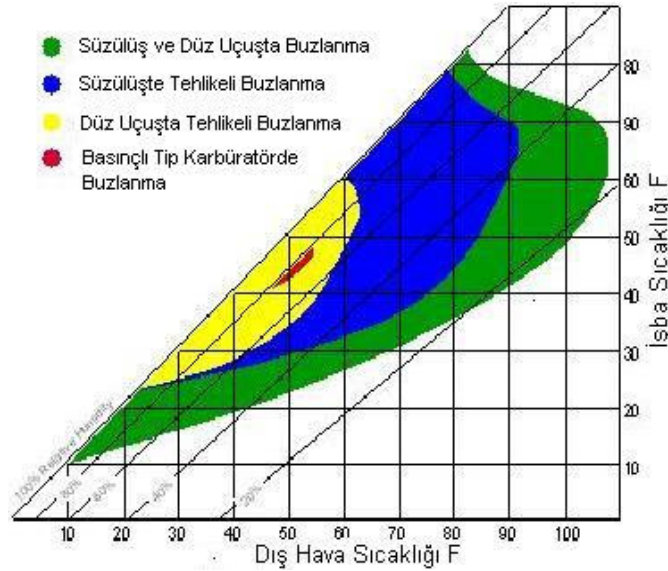
bulunup bulunmadığı ve çalışıp çalışmadıkları açısından incelenmelidir. Pompalar çarpma anında çalışıyorlarsa açılarak incelendiklerinde muhafaza kutularının iç tarafında dönüden meydana gelen iz veya hasarlar tespit edilebilir. Eğer pompa hareketini motordan hareketli yakıt pompasında olduğu gibi başka bir dişli sisteminden alıyorsa bu durumda pompa ile dişli sisteminin arasındaki mil de bize bilgiler verebilir. Bu miller pompada bir sıkışma olduğunda kırılacak şekilde dizayn edilmiş ve takılmıştır. Birisi dönen birisi dönmeyen iki dişli arasındaki bu kırılma-mili burkulmaya maruz kalarak kırılır. Burkulma etkileri görülüyorsa bu durum pompanın dahili olarak arıza yaptığına işaret eder (Wood ve Sweginnis, 1995).

Piston motorlar sağlam bir mekanik yapıda olduklarından çoğunlukla çarpma kuvvetlerinden etkilenmezler ve hala hareket yetenekleri vardır. Eğer motor anormal gürültüler çıkarmadan dönüyorsa muhtemelen çalışmasını durduracak kadar bir arızası yok demektir. Motorun dahili arızalarının dışında diğer bazı faktörlerden kaynaklanan ve motorun tam olarak susmadığı fakat yeterli güç üretemediği durumlar da meydana gelebilmektedir (Wood ve Sweginnis, 1995). Bu duruma sebep olan bazı faktörler şu şekildedir:

**1.7.10.1.1. Karbüratör Buzlanması:** Karbüratör buzlanması genellikle yavaş yavaş gerçekleşen bir güç kaybına sebep olur. Fakat buzlama şiddetli ise güç kaybı da hızlı olacaktır. Karbüratör buzlanması bazı motorlarda yakıtın erken ateşlenmesine neden olarak patlamalı bir çalışmaya sebep olur (Ellis, 1984, p.88). Karbüratör buzlanması terimi aslında sadece karbüratörün değil fitre gibi elemanların buzlanmasını da kapsamaktadır. Karbüratör buzlanmasını gösteren pozitif deliller nadiren bulunabilmektedir çünkü genellikle incelemeciler kaza mahalline gidene kadar oluşan buz erimektedir. Karbüratör buzlanmasının oluşması oldukça basittir. Hava karbüratör sistemine alınırken bir takım dar kanallardan geçerek karbüratöre gelir. Bu durum bir ventüri etkisi sağlar. Gaz kanunlarına göre havanın hızı arttırıldığında basıncı ve sıcaklığı düşmektedir. Ventüri etkisi havanın sıcaklığını 5 °C'ye kadar azaltmaktadır. Yakıt hava karışımındaki yakıt buharı da sıcaklığı 4 °C'ye kadar düşürebilmektedir. Eğer sıcaklık buzlanma noktasının (+ 4°C) altına kadar düşüp havada da belli bir miktarda su buharı



mevcut olduğunda hızlı bir buz oluşumu meydana gelir. Bu oluşum karbüratördeki hava akışını veya kelebek valfin çalışmasını engeller. Hava akımı durunca da motor susar. Şekil 1.23’de görüldüğü gibi karbüratör buzlanması ılık diyebileceğimiz bir havada bile yaşanabilmektedir. Özellikle son yaklaşma gibi düşük güç rejimlerinde meydana gelme olasılığı daha fazladır. İnceleme ekibi olay yerine gelmeden önce buz eridiği için motor kontrol edildiğinde normal çalıştığı görülür. Motorun sıcaklığı bile 5-10 dakika içerisinde, oluşan buzu çözmektedir. Bu durumda ne yapılmalıdır? Pilotun karbüratör buzlanmasına karşı karbüratör ısıtma sistemini çalıştırdığı düşünülerek kokpitte bu mekanizmanın durumu kontrol edilebilir fakat bu da çarpma etkisiyle pozisyon değiştirmiş olabilir. Bu yüzden karbüratör buzlanması hükmü çoğunlukla çeşitli çıkarımlar yapılarak verilmektedir. Yani motorla ilgili herhangi bir problem tespit edilemiyor ve hava sıcaklığı ile motor güç ayarları karbüratör buzlanmasına elverişli koşullar sağlıyorsa böyle bir çıkarım yapılabilir (Wood ve Sweginnis, 1995).



Şekil 1.23 Karbüratör Buzlanma Eğrisi (Ez Squadron Articles, 2005).

**1.7.10.1.2. Ateşleme Sistem Arızaları :** Ateşleme arızası genellikle arada sırada ateşleme düzeninin bozulması ile başlar ve bir süre sonra sürekli düzensiz ateşleme ile devam eder. Ardından titreşime ve motorun güç kaybetmesine sebep olur. Yani bu durumun ilk belirtisi titreşimdir. Durum oldukça ciddi bir hal alana kadar motor saatlerinde herhangi bir anormallik tespit edilemeyebilir (Ellis, 1984, p.89). Piston motorlarda hava aracı

elektrik sisteminden bağımsız olarak çalışan ve piston başına iki ateşleme elemanından oluşan bir sistem kullanıldığından, ateşleme sisteminin komple arızalanma ihtimali oldukça düşüktür. Kokpitteki manyeto anahtarının pozisyonunun kontrol edilmesinin fazla bir anlamı olmayabilir. Çünkü manyeto anahtarı hem çarpma etkisiyle hem de eğer pilot motoru bilerek susturduysa “OFF” pozisyonunda olabilir. Bazı motorlarda her iki manyeto da hareketini bir şaft vasıtasıyla alır. Bu şaftın kırılıp kırılmadığı kontrol edilmelidir (Wood ve Sweginnis, 1995). Kaza mahallinde manyeto çıkarılıp döndürülerek kıvılcım üretilip üretilmediği kontrol edilebilir. Manyetolar ve ateşleme zaman ayarı motor tipi ve montajına göre değişik şekilde kontrol edilebilir. Motorların çoğunda krank şaftın kulak kısmında ateşleme zaman ayar çizgileri bulunur. Bu zamanlama çizgileri dikkatlice not alınmalıdır. Çünkü manyeto çıkarılmadan önce zamanlama işaretleri not alınmazsa daha sonradan zamanlama ayarının doğru olup olmadığı tespit edilemez. Diğer bazı motorlarda daha değişik zamanlama ayarı tespit yöntemleri vardır. Bu iş için yapılmış patentli zamanlama cihazları da bulunmaktadır (Grimes, 1988).

**1.7.10.1.3. Ateşleme Elemanı (Buji) Arızası :** Bujilerin temel olarak iki görevi vardır. Bunlar yanma odasına gelen yakıt hava karışımını ateşlemek ve yanma odasındaki ısıyı tahliye etmektir. Bujiler motor ve motorun kazadan önceki çalışma durumu hakkında oldukça fazla bilgi verebilirler. Bujiler sökülürken zarar vermemeye dikkat edilmelidir. Tek bir bujinin arızasından kaynaklanan güç kaybı probleminin belirlenmesinin oldukça zor olduğu akıldan çıkarılmamalıdır. Buji sökülmeden önce her bir silindir için iki adet buji olduğu ve çıkarılan bujinin hangi silindirin hangi elemanı olduğu işaretlenmelidir (Wood ve Sweginnis,1995). Gevşek monte edilmiş bir buji erken ateşleme ve patlamalara, aşırı ısınma problemine, egzost valfinin arızalanmasına ve silindirin yanmasına sebep olabilir. Aşağıdaki şekillerde normal bir buji ile gevşek monte edilmiş bir buji arasındaki fark görülmektedir. İlk şekilde normal çalışan sağlam bir buji görülmektedir. Bu buji kahverengi bir renk almış olup normal yakıt/hava karışımı olduğunu gösterir. İkinci şekilde ise gevşek monte edilmiş bir buji gösterilmektedir. Gevşek montaj patlamalı çalışmaya sebep olmuş ve porselen kısım parçalanmıştır. Bu durum ciddi silindir hasarına ve motorun arızalanmasına sebep olur.



Normal Buji



Gevşek Montaj

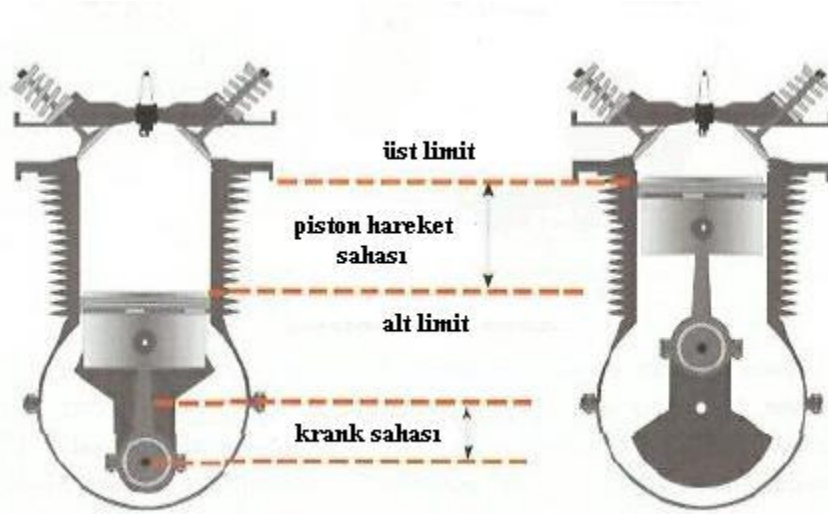
**Şekil 1.24** Normal Bir Buji ve Gevşek Monte Edilmiş Bir Buji (Reading The Spark Plugs Of Your Ultralight Engine, 2005).

**1.7.10.1.4. Silindir Arızası :** Eğer motor hala çevrilebiliyorsa bujilerden bir tanesi sökülüp buji yuvası parmakla kapatılarak pervane çevrilir ve parmağımıza basınç uygulayıp uygulamadığı kontrol edilir. Bu kontrol silindirin durumu hakkında %100 bilgi vermemesine rağmen ana problemlerin teşhis edilebilmesini sağlar. Eğer silindirde ciddi bir problem varsa parmakta herhangi bir sıkışma hissedilmez. Sıkıştırmanın olmaması bir valfin kırıldığı ya da açık pozisyonda sıkıştığı, piston halkalarının kırıldığı ya da sıkıştığı, pistonun kırıldığı ya da yandığı, silindirde oluklaşma olduğu, silindir duvarında ya da başında bir delik açıldığı anlamlarına gelebilir. Yine basit bir boroskop yardımıyla buji yuvasından silindirin içerisi gözle muayene edilebilir (Grimes, 1988).

**1.7.10.1.5. Yağlama Sistemi Arızası :** Yağın kısmi ya da tamamen kaybı motorun susmasına ya da tam güç pozisyonundan daha düşük bir rejimde çalışmasına sebep olabilir. Öncelikle sistemde yağ olup olmadığı kontrol edilir. Yağ deposundan başlanarak yağ pompası ve hatlar kontrol edilir. Daha sonra yağ filtreleri ve karter drenajları pislik olup olmadığı yönünden kontrol edilir. Yağ numunesi alınarak aşınmış metal bulunup bulunmadığı spektrografik olarak da test edilebilir. Bir mıknatıs yardımıyla yağ içerisinde metal parçacıklar olup olmadığı tespit edilebilir. (Grimes, 1988) Fakat bunun verdiği bilgilerin karşılaştırılması için daha önceden alınmış numune test değerlerine de

ulaşılması gerekir. Yağ içerisinde metalik içeriklerin bulunması motorun aşınması ile ilgili bilgiler verir (Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.10.1.6. Zamanlama Arızası :** Motorun zamanlama ayarı silindirin içerisinde piston başı hangi noktaya geldiğinde ateşlemenin yapılacağı ile ilgilidir. Eğer ateşleme ayarı doğru yapılmamışsa motor sağlıklı çalışmaz fakat bunun kazaya nasıl sebep olacağı da bilinemez (Wood ve Sweginnis, 1995). Zamanlama ayarının doğru yapılıp yapılmadığı da bu konuda uzman bir kişi tarafından kolaylıkla tespit edilebilmektedir. Şekil 1.25'te piston hareket sahasının alt ve üst sınırları görülmektedir.



**Şekil 1.25** Piston hareket sahası alt ve üst limitleri. (JAA Knowledge Manuel)

**1.7.10.1.7. Aşırı Zengin Yakıt Hava Karışımı :** Böyle bir durumda aralıklarla meydana gelen boğulma ve ateşleme ile motor normalden daha soğuk çalışır. Buradaki ateşleme gece görülebilen uzun ve mat kırmızı bir egzost aleviyle gündüz ise yoğun siyah bir dumanla karakterize edilir. Silindir başı sıcaklığı göstergesi durumdan ilk etkilenen gösterge olup düşük bir silindir başı sıcaklığı görülür. Bu durumda motor uzun süre çalışırsa müteakiben motor yağ basıncında düşme, manifold basıncı ve RPM saatlerinde güç kaybı belirtileri görülür (Ellis, 1984, p.88).

**1.7.10.1.8. Aşırı Fakir Yakıt Hava Karışımı :** Aşırı fakir bir karışım patlamalı çalışma, güç kaybı, düzensizlik ve sonrasında motor arızası ile karakterize edilen erken ateşleme ve patlamaya sebep olur. Egzost alevi ya hiç ya da çok az dumanlı, açık renkli ve kısa olur. Erken ateşleme ilerlerse gözle görülebilir bir dumanla beraber renk biraz daha belirginleşir (Ellis, 1984, p.89).

Bu belirtilerin yanında motora genel olarak bakılmalı ve gözle görülür mekanik bir hasarın olup olmadığı kontrol edilmelidir. Egzost borusu genellikle çarpmadan sonra kopar ve ezilir. Eğer bükülmüş ya da ezilmişse (sünek davranış görülüyorsa) egzost borusu çarpma anında sıcak demektir. Yani motor bir şekilde çalışıyordur. Fakat parçalamışsa (gevrek kırılma belirtisi) muhtemelen soğuk olduğunu ve çarpma anında motorun çalışmadığını gösterir. Bunun yanında herhangi bir noktadan yangının çıkıp yayıldığını gösteren izler de aranmalıdır. Olay yerinde yapılabilecek bu basit incelemeler yapıldıktan sonra motor ayrıntılı inceleme için bu konuda yetkili bir kuruluşa gönderilmelidir (Wood ve Sweginnis,1995).

**1.7.10.2. Pervanelerin İncelenmesi :** Pervaneler tarafından meydana getirilen deliller doğru bir şekilde değerlendirildiğinde birçok gerçek ortaya çıkarılabilmektedir. Pervaneler hem pistonlu motorlarda ve hem de türbinli (turboprop) motorlarda kullanılmaktadır. Motorun incelenmesiyle elde edilen bilgilerler desteklediği takdirde pervane incelemesi sayesinde çarpma anında güç üretilip üretilmediği, motorun dönü hızının ne kadar olduğu, pervane açısı ve hava aracının yer hızının ne olduğu gibi bazı bilgiler elde edilebilir (Taylor, 1988). Pervanelerin çarpma anında dönüp dönmediğini tespit etmek için kullanabileceğimiz bazı temel bilgiler bulunmaktadır. Çarpma anında hareketli bir pervane dönü yönünün tersine doğru bükülür. Herbir pervanenin ön tarafında enine ve kenarlara neredeyse dik olan çatlaklar oluşur. Bu çatlaklar pervanede dönü olmadığı zaman oluşmazlar. Herbir pervanenin ucunda benzer kıvrılma ya da bükülmeler görünür. Yine dönü yoksa bütün pervane uçlarının benzer şekilde bükülmesi imkansızdır. Bükülmeler rastgele bir şekil alacaktır. Pervane şaftında da burkulma hasarı görülür. Şu husus unutulmamalıdır ki pervanede feder sistemi olmadığı ya da sistemin dahili olarak sıkışması haricindeki durumlarda motor susmuş bile olsa pervaneler yeldeğirmeni

şeklinde rüzgar etkisiyle dönmeye devam ederler. Dolayısıyla dönü belirtilerinin gözlemlenmesi her zaman motorun çalıştığı anlamına gelmemektedir. Bu durumda eğer feder sistemi olmayan bir sistem söz konusuysa (hemen hemen tek motorlu uçakların hepsi) öyle ya da böyle çarpma anında bir dönü etkisi görülecektir. Bu belirtilerin tespit edilmesi bize çok fazla bir fayda sağlamamakla beraber görülmemesi ise çok büyük bir ihtimalle motor arızasının olduğuna işaret eder (Wood ve Sweginnis,1995).

Pervane uçlarının bükülmesi bize hızla ilişkili olarak yaklaşık bir RPM değeri verebilmektedir. Pervane uçları yere temas ettiklerinde RPM ve ileri hız arasındaki ilişkiye bağlı olarak ileri ya da geriye doğru bükülürler. Pervaneler düz olmayıp her biri belli bir açığa sahiptir. Bu açığa “pitch açısı” denir. Eğer pervanenin dakikadaki dönü sayısı (RPM) ileri hıza oranla daha yüksekse bu durumda pervanelerin bükülme şeklindeki belirleyici faktör pitch açısı olacak ve pervanelerin her biri ileri doğru bükülecektir. Eğer RPM ileri hıza nazaran düşükse bu durumda bükülmenin belirleyici faktör ileri hız olacak ve her bir pervane “soyulmuş bir muz gibi” geriye doğru bükülecektir. Şekil 1.26’da örnek bir resim görülmektedir. Az önce de belirtildiği gibi eğilme istikameti RPM ve ileri hız arasındaki ilişkiye bağlıdır. RPM oldukça yüksek olmasına rağmen ileri hız da çok yüksek olabilir ve pervane uçları yine geriye doğru bükülebilir. Fakat ileri doğru bükülme bize sadece RPM’in ileri hıza göre yüksek olduğunu değil aynı zamanda bu dönünün pozitif motor kuvveti tarafından sağlandığını da gösterir (Wood ve Sweginnis, 1995).



**Şekil 1.26** Pervanede İleri Hıza Nazaran Düşük RPM ya da Sıfır RPM (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

Yerde bulunan pervane çarpma izleri motorun çalışmasına dair önemli bilgiler verebilmektedir. Pervane sayısı ve pervane ile krank şaftı dişlisi arasındaki devir düşürme oranı dikkate alınarak yerdeki çarpma izleri arasındaki mesafe RPM bilindiği takdirde yer hızına ya da yer hızı bilindiği takdirde RPM'e çevrilebilir. Bilinmeyenler normal işletme prosedürleri dikkate alınarak tahmin de edilebilir (Ellis, 1984, p.89). Bu teknik sadece yer izlerinde değil fakat havada çarpışmalarda bir uçak üzerinde diğerinin pervane izleri tespit edilebiliyorsa ve aynı zamanda helikopter kazalarında da faydalı olmaktadır (Wood ve Sweginnis, 1995). Bu hesaplamalar aşağıdaki formüllerle yapılır:

$$(1) \text{RPM} = V \times 101.3 / D \times N \times R$$

$$(2) V = \text{RPM} \times D \times N \times R / 101.3$$

**D** = Çarpma izleri arasındaki mesafe (feet olarak)

**N** = Pervane üzerindeki pal sayısı

**R** = Devir düşürme oranı (motor rpm' inin pervane rpm'ine bölünmesiyle bulunur)

**V** = Sürat (Deniz Mili (knot) olarak)

**RPM** = Dakikadaki dönü sayısı (Ellis, 1984, p.89)

### **1.7.10.3. Türbinli Motorlar :**

Yanma sonucu meydana gelen gazların uygun bir şekilde yönlendirilerek türbin denilen çarkları çevirdiği ve böylece gücün elde edildiği motorlara türbinli motorlar denir. Türbinli motorlar yapıma, kullanılma ve özelliklerine göre dört ana sınıfta incelenir:

1. Turbojet Motorlar : Harp uçaklarında kullanılır.
2. Turbofan Motorlar (Fanjet) :Yolcu uçaklarında ve ağır kargo uçaklarında kullanılır.
3. Turboprop Motorlar : Hafif yük ve yolcu uçaklarında kullanılır.
4. Turboşaft Motorlar : Helikopterlerde kullanılır.

Türbinli Motorların pistonlu motorlara göre birçok avantajları vardır. Bu motorlar sarsıntısız çalışırlar, kontrolleri basittir, radyatör ve diğer soğutma satırları gerektirmezler, ilk çalıştırma hariç ateşlemeye ihtiyaç duymazlar, yangın tehlikesi azdır, öz ağırlıkları azdır, yağ sarfiyatı azdır, türbinlerin biri diğerinin tersine döndüğünden iç tork yok olarak kabul edilir. Türbinli motorların bu avantajlarına karşın tek dezavantajı yakıt sarfiyatının fazla olmasıdır (FM 1-506, 1990). Türbinli motorlar kompresör, yanma odası, türbin kısmı ve egzost olmak üzere dört ana bölümden oluşmaktadır. Çok kaba bir şekilde motor içine alınan hava kompresör kısmında sıkıştırılıp hızlandırılarak yanma odasına gönderilir. Burada yakıt ile birleştirilerek tutuşma sağlanır. Meydana gelen sıcak basınçlı gazlar türbin kısmına geçerek türbin çarklarını hareket ettirir. Türbin çarkları hem kompresörün döndürülmesini hem de elde edilen mekanik hareketin güç olarak kullanılmasını sağlar. Fazla gazlar egzost kısmından dışarı atılır.

Birçok bakımdan modern türbinli motorların incelenmesi pistonlu motorlara nazaran daha kolaydır. Pistonlu motorların aşınma paternlerinin incelenerek kaza anındaki durumu hakkında bilgi elde edilmesi imkansızdır çünkü normal çalışma



durumlarında da belli bir aşınma paterni mevcuttur. Ayrıca pistonlu motorların iç yapıları ağır ve sağlam metal elemanlardan oluştuğundan genellikle kazada meydana gelen kuvvetlerden etkilenmezler. Türbinli motorlardaysa normal çalışmada aşınma görülmez. Eğer herşey normalse metalin metalle temas ettiği tek nokta motorun yatakları ve aksesuar sürücü dişlileridir (Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.10.3.1. Kaza Mahallinde Motor İncelemeleri:** Araştırmaya başlamadan eğer mümkünse önce hangi seri numaralı motorun uçağın ne tarafında takılı olduğu bilgisi alınmış olmalıdır. Motorlar hava araçlarının en ağır parçalarından birisi olduğu için çarpma esnasında gövdeden ayrılması ve enkaz dağılma istikametinde bir hayli uzak bir noktaya fırlaması doğaldır. Motorlar gövdeden ayrıldığı zaman elimizdeki motorun hangisi olduğu bilgisini verecek üç şey seri numarası, motor bağlantı elemanları ve motor üzerindeki ve o motordan hareketini alan aksesuar denilen parçalardır. Eğer motorun uçağa bağlantısı veya aksesuarları hakkında bilgi sahibi değilsek en kolay ve kesin bilgi seri numaralarıdır. Motorun ilgili teknik el kitabı ve ayrıca parça katalogları, motor ve üzerindeki aksesuarlar ve seri numaraları ile ilgili başvurulması gereken teknik yayınlardır ve ekibin yanında bulunması son derece faydalı olmaktadır. Motorun türbin ve kompresör kısmı gözle inceleneceğinden el feneri bulundurulmalıdır. Gelişmiş motorlarda birçok boroskop noktası bulunduğundan yine bir boroskop bulundurulması faydalı olacaktır. Kaza ile ilgili bilinen herşey öncelikle gözden geçirilmeli, tanıkların ifadesi dikkate alınmalıdır (Wood ve Sweginnis, 1995).

Öncelikle bütün motor parçaları tespit edilir ve motor gövdesinde genel olarak mekanik bir arıza, motorun içinden oluşmuş yanmış ya da açılmış delikler ya da başka göze çarpan anormal bir durum olup olmadığı incelenir. Motorun içinden dışarı doğru oluşmuş böyle bir delik muhtemelen çarpmadan önce oluşmuştur. İçinde yanma olan kapalı bir yerde delik açılınca buradan alev fışkırması da olacaktır. Motor kaportası bulunduğu anda da benzer bir delikle karşılaşılacaktır. Daha sonra kompresör ve türbin kısımlarında diskler üzerindeki kanatçıkların (paleler) motor muhafazası ya da sabit olan statorlarla temas ettiğine dair izlerin olup olmadığı incelenir. Eğer kanatçıklar dönerken muhafaza ile temas ederse kanatçıklar aşağı doğru basılarak bükülür ve

muhafazanın iç kısmında fazla miktarda dönü hasarı oluşur. Bu durum ancak birşey güç şaftını dikey ekseninde (radyal) harekete zorlarsa meydana gelecektir. Fakat hemen hemen bütün kazalarda eğer çarpma anında motor çalışıyorsa bir miktar bu durum gözlenecektir. Eğer şaft yatay ekseninde (aksiyel) kayarsa bu durumda rotor kanatçıkları hemen yanlarındaki sabit stator kanatçıklarına temas ederler ve dönünün etkisiyle birbirlerini jilet gibi keskin bir hale getirirler. Elle dokunulduğunda bu durum kolayca tespit edilebilir ve aksenal kayma olduğunda motorun hala çalışır durumda olduğunu gösterir. Rotorların bu kaymalarının sebebi büyük bir ihtimalle motor yataklarının arızalanması ya da kaymasıdır. Arazi incelemesinde normal olarak türbinli motorlarda yataklar görünmez. Eğer kaza mahallinde bu yataklar görülüyorsa motor çok büyük bir ihtimalle büyük çaplı dahili bir arıza yaşamış demektir. Bütün yatak ve yatağa ait parçalar analiz için toplanmalıdır (Wood ve Sweginnis, 1995).

Havacılıkta yağ analiz programının uygulanması sayesinde yatak arızaları büyük oranda azaltılmıştır. Yatak arızasından şüphelenildiği durumlarda yağ analiz programı kayıtları da inceleme altına alınmalıdır. Yatak arızaları tam olarak ancak motor parçalandığında tespit edilebilir. Yatak arızasının olduğu durumların çoğunda bu yataklarda aşırı sıcak çalışma belirtileri bulunacaktır. Yatak arızalarının en önemli sebebi yağsız çalışmadır. Yağsız çalışma yağ kaçaıklarından, yanlış yönlendirilmiş ya da arızalı yağ jetlerinden, bozuk yağ pompasından ya da kirli yağdan kaynaklanabilir (Ellis, 1984, p.92). Yatağın kendisine ulaşamıyorsa bile yağlama sistemi kontrol edilebilir. Yağdan alınan numune spektrografik olarak analiz edilir ve eğer yataklarda aşınma olmuşsa bu numunelerde metalik parçalar bulunacaktır. Yağlama sistemi yağ miktarı ölçülerek ve motor görünür yağ kaçaqları açısından kontrol edilerek de incelenebilir. Yağ filtreleri ve metal talaşlanması (chip) dedektörleri kontrol edilir. Eğer chip dedektör sökülecekse bu noktadan yağ numunesi almak için gerekli hazırlık yapılmalıdır. Eğer burada metal talaşları (chip) bulunursa bu talaşlanmanın kopitteki ilgili ikaz ışığını yakacak boyutta olup olmadığı incelenmelidir. Bundan sonra motorla ilgili tespit edilmesi gereken iki önemli husus vardır. Bunlardan bir tanesi motorun çarpma anında ne kadar güç ürettiği, diğeri ise motor sıcaklığının normal çalışma limitleri içinde olup olmadığıdır (Shepherd, 1987).

**1.7.10.3.2. Çarpma Anındaki Güç Durumu :** Çarpma esnasında motorda çok hafiften çok şiddetli hasarlara kadar değişen derecelerde etkiler meydana gelir. Hasarın şekli ve miktarı çarpmadan çarpmaya farklılıklar gösterebilir. Meydana gelen hasarın şekli ve miktarını etkileyen faktörler, sürat, arazinin durumu, çarpma açısı, hava aracının pozisyonu ve motorun dönü hızıdır (GE Manuel,1984, p.25). Türbinli motorların incelenmesinde çarpma anındaki güç durumunun incelenmesi oldukça önemlidir. Güç durumu kompresör ve türbin kanatçıkları gibi dönen parçalar ve bunları çevreleyen kaplamalar incelenerek belirlenebilir. Dönü hasarı incelenirken çarpma şiddetinin büyüklüğü de göz önüne alınmalıdır. Dikkatli bir çalışma sayesinde sadece dönü hasarının incelenmesi ile motor dönü hızı (RPM) +/- %10'luk bir aralıkta tahmin edilebilmektedir (Ellis, 1984, p.91). Şiddetli bir çarpmada motorda görülen etkiler genel olarak az miktarda yabancı madde emisyonu, dökme alüminyum ya da magnezyum kaplamalarda kırılma ya da yerinden oynama eğilimi, çelik ya da titanyum kaplamalarda eğilme, yamulma ya da yırtılma belirtileri, kaplamalarda öne ya da geriye doğru kayma, motorun gövdeden ayrılması, parçalanması, yatakların kırılması ya da yerinden oynaması, motor aksesuarları ve aksesuar kaplamalarının monte yerlerinden kırılması ve motorda ciddi çarpma izlerinin görülmesi şeklindedir. Düşük çarpma şiddetinde görülen etkiler ise daha fazla yabancı madde emisyonu, dökme alüminyum ya da magnezyum kaplamalarda kırılma şeklindedir. Motor kaplamalarında öne ya da geriye kayma olma ihtimali nispeten düşüktür. Motor genellikle gövdeden ayrılmaz ve tek parça halinde kalır. Yataklarda, aksesuar ve aksesuar kaplamalarının bağlantılarında hasar ihtimali daha düşüktür. Motor parçaları hiç hasar görmeyebilir ya da çarpma izlerine hiç rastlanmayabilir (Shepherd, 1987).

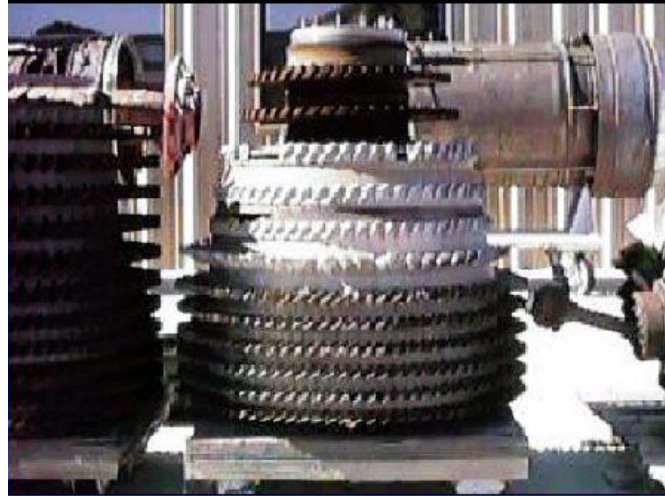
**1.7.10.3.2.1. Yüksek RPM Belirtileri (Kompresör):** Bütün türbinli motorlarda bulunan kompresör kısmının incelenmesinde RPM ve çarpma şiddetine bakılmaksızın dikkat edilmesi gereken bazı önemli hususlar vardır:

1. Kompresör her zaman soğuk (diğer kısımlara nazaran) ve temizdir. Bu kısımda yanma, erime ya da is gibi belirtiler normal şartlarda görünmez.

2. Kompresör kısmı motorun hareketli ve dönen ilk kısmıdır. Motora giren herhangi bir yabancı madde öncelikle kompresör kısmına çarpacaktır.

3. Jet uçaklarının çoğunda kompresör kısmı motorun en ön kısmı olduğundan yere ilk önce bu kısım çarpar ve en fazla hasarı da bu kısım alır. Bu durum turboprop ve turboşaft motorlarda aynı şekilde geçerli değildir (Wood ve Sweginnis, 1995).

**Şiddetli bir çarpma** sonucunda bir motorun kompresöründe meydana gelen yüksek RPM belirtileri genel olarak şu şekildedir: Kompresörün bütününde büyük miktarda hasar meydana gelir. Oluşan hasar genel olarak tek tiptedir. Çok rotor kademeli motorlarda hem yüksek RPM hem de düşük RPM belirtileri görülebilir. Dönen parçalarda ani durma belirtileri görülür. Şaftlarda burkulmalar görülür. Çok az miktarda yabancı madde hasarı görülür. Kompresör rotorları kompresör gövdesinden ayrılır. Yataklarda kayma ya da kırılma görülür. Kompresör rotorları ile rotorların arasında bulunan stator denilen sabit kanatçıklar arasında aşırı temas ve ezilme meydana gelir. Rotor kanatçıkları aynı şekilde yamulur, kırılır ya da kopar. Rotor kanatçıkları dönü yönünün tersine doğru eğilir. Stator kanatçıklarında ise dönü yönünde eğilmeler görülür. Kompresör rotorlarının kanatçık uçlarında fazla miktarda renk değişimi ve metalizasyon görülür. Kompresör kısmında “yılbaşı ağacı etkisi” denilen tipik görüntü oluşabilir. Dönen elemanlarda yüksek RPM, düşük RPM ya da sıfır RPM belirtileri görülebilir (Shepherd, 1987).



**Şekil 1.27a** Kompresör Kısmında Yılbaşı Ağacı Etkisi. Şiddetli Çarpma ve Yüksek RPM (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)



**Şekil 1.27b** Kanatçıkların Dönü Yönünün Tersine Bükülmesi.Yüksek RPM (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**Düşük şiddette** bir çarpma gerçekleştiğinde ise yüksek RPM belirtileri şu şekilde olacaktır: Kompresörde nispeten daha az hasar meydana gelir. Genellikle hasar tek tiptedir. Çok rotor kademeli motorlarda hem yüksek RPM hem de düşük RPM belirtileri görülebilir. Dönen elemanlar normal olarak yavaşlayıp durabilirler, şaftlarda burkulma görülmez. Yabancı madde emizyonu fazla olur. Kompresör rotorları motor içinde normal olarak kalır. Yataklarda genellikle hasar görülmez. Kanatçıklar arasında temas ve ezilme ya çok az görülür ya da hiç görülmez. Rotor ve statorlarda az miktarda ve aynı yönde bükülmeler görülebilir. Kompresör rotorlarının kanatçık uçlarında az miktarda renk değişimi ve metalizasyon görülür. Dönen elemanlarda yüksek RPM, düşük RPM ya da sıfır RPM belirtileri görülebilir (Shepherd, 1987).



**Şekil 1.28** Düşük Şiddetli Çarpma ve Yüksek RPM (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**1.7.10.3.2.2. Düşük RPM Belirtileri (Kompresör): Şiddetli** bir çarpma sonrasında motor kompresöründe görülen düşük RPM belirtileri şu şekildedir: Çarpma şiddetinin asıl olarak etkilediği motor bölümlerinde büyük lokal hasarlar görülür. Genel olarak tek tip olmayan hasar paternlerine rastlanır. Dönen elemanlarda ani durma belirtileri görülür. Şaftlarda burkulma görülmez fakat destek noktalarında eğilmeler görülebilir. Çok az yabancı madde emisyonuna rastlanır. Kompresör rotorları motordan ayrılmaz. Yataklarda kırık ya da kayma oluşabilir. Rotor ya da stator kanatçıklarının bazılarında gelişigüzel eğilmeler görülür. Kompresör kaplamasında kazınma izleri görülebilir. Kanatçık uçlarında az miktarda renk değişikliği ve metalizasyon görülebilir (Shepherd, 1987).





**Şekil 1.29** Şiddetli Çarpma ve Düşük RPM (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**Düşük şiddette** bir çarpma sonucunda komresörde görülen düşük RPM belirtileri ise şu şekildedir: Eğer hasar mevcutsa bu hasar motorun darbeye asıl maruz kalan kısmında görülür. Genellikle rastgele hasar paternlerine rastlanır. Dönen elemanlar normal olarak yavaşlayıp durabilirler, şaftlarda burkulma görülmez fakat destek noktalarında eğilmeler görülebilir. Çok az yabancı madde emisyonuna rastlanır. Kompresör rotorları motordan ayrılmaz. Yataklarda hiç hasar görülmeyebilir. Çok az miktarda gelişigüzel rotor ve stator eğilmeleri görülebilir. Kanatçık uçlarında az miktarda renk değişikliği ve metalizasyon görülebilir. Kaplamanın iç kısımlarında kanatçık uçları iz bırakırlar (Shepherd, 1987).



**Şekil 1.30** Düşük Şiddette Çarpma ve Düşük RPM. Cidarlarda Kanatçık İzleri (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**1.7.10.3.2.3. Sıfır RPM Belirtileri (Kompresör):** Şiddetli bir çarpma sonrası kompresörde görülen sıfır RPM belirtileri şiddetli çarpma sonrası görülen düşük RPM belirtileri ile aynı olup farklı olarak motor giriş kısmına tıkanmış yabancı maddeler dışında hiç yabancı madde emisyonu görülmez. Hiç kazınma izlerine rastlanmaz ya da çok az rastlanır. Fakat rotor kanatçık uçlarının kaplamada bıraktığı küçük izler görülebilir (Shepherd, 1987).



**Şekil 1.31** Şiddetli Çarpma ve Sıfır RPM (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**Düşük şiddetteki** bir çarpmadan sonra kompresörde görülen sıfır RPM belirtileri de düşük şiddetteki düşük RPM belirtileri ile aynı olup farklı olarak motor girişine tıkanmış yabancı maddeler dışında yabancı madde emisyonu görülmez, çok az ya da hiç kazınma izlerine rastlanmaz fakat rotor kanatçık uçlarının kaplamada bıraktığı küçük izler görülebilir (Shepherd, 1987).

**1.7.10.3.2.4. Yüksek RPM Belirtileri (Türbin Kısmı):** Şiddetli bir çarpma sonucunda türbin kısmının tamamında ağır hasar görülür. Genel olarak hasar paterni tek tiptedir. Çok rotor kademeli motorlarda hem yüksek RPM hem de düşük RPM belirtileri görülebilir. Ana elemanlarda ani durma belirtileri görülür. Şaftlarda burkulma görülebilir. Türbin nozullarında ve türbin kanatçıklarında kaynama şeklinde metalizasyon görülebilir. Türbin diskleri (çarklar) motordan ayrılabilir. Yataklar çatlayabilir ya da yerinden oynayabilir. Türbin kanatçıkları ile türbin nozulları arasında fazla temas ve kıvrılmalar görülür.



Türbin kanatçıklarının uçları dönü yönünün tersine doğru eğilir. Türbin nozullarının arka uçları (fırar kenarları) dönü yönünde ezilir. Dönen elemanlarda yüksek RPM, düşük RPM ya da sıfır RPM belirtileri görülebilir (Shepherd, 1987).

**Düşük şiddetli** bir çarpma sonrasında türbin kısmında nispeten daha az hasar görülür. Genel olarak hasar paterni tek tiptedir. Çok rotor kademeli motorlarda hem yüksek RPM hem de düşük RPM belirtileri görülebilir. Ana elemanlar kendi kendilerine yavaşlayıp durmuş olabilir. Şaftlarda burkulma hasarı görülmez. Türbin nozullarında ve kanatçıklarında kaynama ile sınırlı olmayan metalizasyon görünür. Türbin diskleri genellikle motordan ayrılmaz. Yataklarda hasar görülmeyebilir. Türbin kanatçıkları ile nozullar arasında ya hiç ya da çok az temas ve kıvrılmalar meydana gelir. Rotor kanatçıkları ve nozullarda tek tipte eğilmeler görülür (Shepherd, 1987).

**1.7.10.3.2.5. Düşük RPM Belirtileri (Türbin Kısmı): Şiddetli** bir çarpma sonrasında türbin kısmında görülen düşük RPM belirtileri şu şekildedir: Motorun çarpma şiddetine maruz kalan asıl kısmında ağır hasar meydana gelir. Genel olarak rastgele hasar paterni görülür. Dönen elemanlarda ani durma belirtileri görülür. Şaftlarda burkulma görülmez fakat destek noktalarında eğilmeler görülür. Türbin diskleri (çarklar) motordan ayrılmaz bununla beraber kırılabilir ya da çarpma yönünde eğilebilirler. Yataklar kırılabilir ya da yerinden oynayabilir. Türbin kanatçıklarında ve nozullarda gelişigüzel eğilme ve kırılmalar görülebilir. Türbin kısmında kazınma belirtileri görülebilir (Shepherd, 1987).

**Düşük şiddetteki** bir çarpmadan sonra ise türbin kısmında görülen düşük RPM belirtileri şu şekildedir: Hasar eğer oluşmuşsa motorun çarpmaya maruz kalan kısmında görülür. Genel olarak hasar paterni gelişigüzeldir. Dönen elemanlar normal olarak yavaşlayıp durabilirler. Şaftlarda burkulma hasarı görülmez fakat destek noktalarında eğilmeler olabilir. Türbin çarkları genellikle motordan ayrılmaz. Yataklarda hasar görülmez. Türbin kanatçıkları ile nozullar arasında ya hiç ya da çok az temas ve kıvrılma şekli görülür. Rotor kanatçıklarından nozullara doğru çok hafif bir eğilme olabilir. Türbin kısmında kazınma belirtileri görülebilir (Shepherd, 1987).

**1.7.10.3.2.6. Sıfır RPM Belirtileri (Türbin Kısmı): Şiddetli** bir çarpma sonrasında türbin kısmında görülen sıfır RPM belirtileri şu şekildedir: Çok az ya da hiç kazınma belirtileri görülmez. Kanatçık uçları kaplamanın iç kısmında iz bırakmış olabilir (Shepherd, 1987).

**Düşük şiddetteki** bir çarpmadan sonra türbin kısmında görülen sıfır RPM belirtileri ise şu şekildedir: Çok az ya da hiç metalizasyon görünmez. Kaplamanın iç kısmında ya çok az kazınma olur ya da hiç olmaz. Kanatçık uçları iç kısımlarda iz bırakabilir (Shepherd, 1987).

Bütün bunlardan farklı olarak suda meydana gelen kazalarda değişik görülebilir. Motorun yeldeğirmeni hızında kendi kendine döndüğü ya da hiç dönmediği bazı durumlarda suyun kompresöre karşı koyması neticesinde dönü yönünün tersine değil aksine dönü yönünde kanatçık eğilmeleri görülecektir. Eğer dönü normal motor gücüyle sağlanıyorsa bu durum görülmez. Diğer bir su hasarı da motor giriş kısmına hücum eden suyun hidrodinamik etkisinden dolayı oluşur. Eğer motor çalışıyorsa bu etki genellikle kompresör kaplamasının dayanabileceğinden fazla olduğundan kaplama bölünerek açılır. Yere çarpma hadiselerinde ise motor tarafından çok miktarda toprak ve çeşitli parçaların emilmesi normaldir. Bu yabancı maddelerin motor içinde ne kadar derinlere kadar emildikleri RPM hesaplamasında referans olarak kullanılabilir. Eğer motor çalışmıyorsa bu parçalar motor içinde fazla bir mesafe katedemezler. Motor eğer yüksek RPM’de çalışıyorsa motor tipine bağlı olarak bu yabancı maddeler türbin kısmına kadar gidebilmektedir (Wood ve Sweginnis,1995).

Motorun dönüşüne ait tahminler bu şekilde yapılabilmeyle beraber bu dönünün ne kadar bir güce işaret ettiğini kesin olarak tespit etmek ise oldukça güçtür. Türbinli bir motorda RPM ile güç arasındaki ilişki doğrusal değildir. Sözelimi maksimum RPM’ i 10.000 olan bir motor bu devirde yani % 100 RPM’de % 100 güç üretirken % 80 RPM’de (8000 devir) ürettiği güç % 50’nin altına düşmektedir. Uçuşta motor rölantiye alındığında motor tipi ve koşullara bağlı olmak kaydıyla yaklaşık % 65 RPM’ de, yeldeğirmeni hızına düştüğünde ise % 25 – 35 RPM’ de olur. Yani motor sustuğu ve

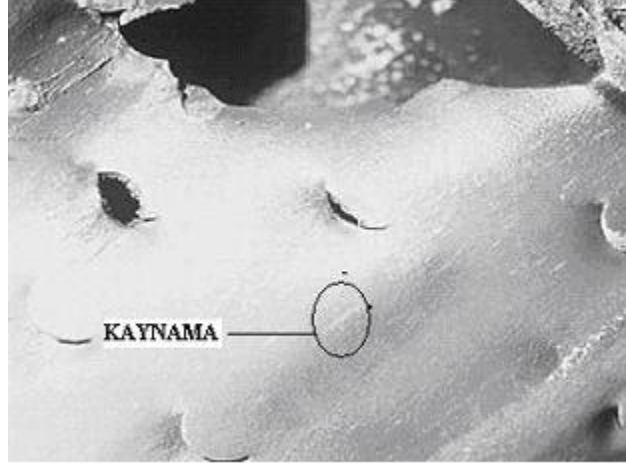
kaldırma kuvveti yerine geri sürükleyici kuvvet ürettiği bir durumda bile uçuşta ve çarpma anında 2500 veya daha fazla bir RPM 'de dönmektedir. Bu durumda bile oldukça fazla dönü hasarı meydana gelebilmekte olup fakat üretilen itme gücü sıfırdır. Bu durumda dönü hasarının derecesine göre itme gücünün net olarak tahmin edilmesi çok mantıklı olmamaktadır (Wood ve Sweginnis,1995).

### 1.7.10.3.3. Sıcaklığın Belirlenmesi :

Bu konuda erimiş metallerin davranışları hakkında bilgi sahibi olunması faydalı olacaktır. Teorik olarak türbinli bir motorda erimiş metaller yanma kısmından gelir. Bununla birlikte kompresör kısmında kanatçıkların kompresör kısmını kapatan alüminyum kaplamaya sürtünmesi sonucu oluşan ısınmadan kaynaklanan metal erimeleri de görülebilmektedir. Sürtünmeyle meydana gelen parçacıklar yanma kısmından geçerken erirler. Bu erimiş parçalar daha sonra türbin kısmındaki elemanlara çarparlar. Bunun sonucunda türbin kısmında daha önce bahsedilen “birleşme” ya da “yapışma” hadiselerinden biri meydana gelir. Şekil 1.32 ve Şekil 1.33 'de bu hadiseler görülmektedir (Wood ve Sweginnis,1995).



Şekil 1.32 Yapışma (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)



**Şekil 1.33** Kaynama (Birleşme) (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**1.7.10.3.4. Yabancı Madde Hasarı :** Yabancı Madde Hasarı (YaMaHa) türbinli motorların en fazla maruz kaldığı problemlerden birisidir. Motor sertifikasyonlarında üreticiler motorlarının belli ağırlıktaki bir kuşun ya da belli bir miktardaki buzun motor tarafından emildiğinde motorun önemli derecede güç kaybetmediğini ispatlamak zorundadırlar. Tabiki bu motorun kuş ya da buz emisyonundan zarar görmeyeceği anlamına gelmemektedir. Emilen madde kompresör kısmında belli miktarda hasara neden olacaktır. Bir hava aracı kazasında çarpma sonucunda da yabancı madde hasarı meydana gelebilir. Çarpmadan kaynaklanan dönü hasarı ile önceden oluşmuş bir yabancı madde hasarını ayırt etmek oldukça güç olabilmektedir. Genellikle çarpmadan kaynaklanan dönü hasarı ilk kısımlarda oldukça fazla ve kompresörün iç kısımlarına doğru azalmaktadır. Hatta hiç dönü hasarına maruz kalmamış hasarsız kompresör kısımları bile bulunabilmektedir. Yabancı madde hasarındaysa bu durumun tam tersi görülür. Kompresörün ilk kademeleri neredeyse hasarsızdır. Yabancı madde ilk kademe kanatçıklarından sıyrılır veya küçük bir parçanın kopmasına sebep olur ve ikinci kademe artık iki adet yabancı maddenin hasarına maruz kalır ve bu durum artarak devam ederek iç kısımlarda tahribatı iyice artırır. Ve sonunda içinde birçok parçalanma ve sıkışmanın meydana geldiği motor durur (Wood ve Sweginnis,1995).

Uçuştaki üç ana yabancı madde hasarı kaynağı kuşlar, buz ve hava aracının kendi parçalarıdır. Kuşlar geride kalıntılar bıraktıklarından tespiti kolaydır. Buz hasarının ise başlıca üç kaynağı vardır. Bunlardan bir tanesi kuyruk kısmında motoru olan uçaklar için lavabo tahliye hattından gövde dışına kaçak olması ve oluşan buzun motor tarafından emilmesidir. Bu durumda oluşan buz lavabo sistemlerinde kullanılan bazı kimyasaların mavi olması sebebiyle “mavi buz” olarak isimlendirilir ve oldukça büyük hasara sebep olur. Gövde üzerindeki lekeler en önemli ipuçlarıdır. Kuyruktan motorlu uçaklar aynı zamanda kanatlarda oluşan buzların kalkış esnasındaki esnemenen ya da buz kırıcı sistemlerin çalıştırılmasından dolayı serbest kalarak motora girmesine karşı da oldukça hassastır. Bu durumda ciddi motor hasarlarına ve kazalara sebep olmaktadır. Buz emisyonu genellikle kompresör ilk kademe kanatçıklarına zarar verir ve kanatçıklarda kurdela şeklinde bükülmeler görülür. Üçüncü kaynak ise motor girişi veya kapaklarının uç kısımlarında oluşan buzun emilmesidir. Birçok hava aracında bu durumu engellemek için Anti-ice sistemleri vardır. İnceleme anti-ice sisteminin açık ve çalışır durumda olup olmadığı konusuna odaklanmalıdır. Eğer motora metal bir nesne girdiğinden şüphe ediliyorsa inceleme motor girişi, kapaklar ve motorun ön tarafındaki yapılara odaklanmalıdır (Wood ve Sweginnis, 1995; Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003).



**Şekil 1.34** Buz Emisyonu (Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları, 2003)

**1.7.10.3.5. Kompresör Stolu :** Kompresör stolu genel olarak motor kompresöründeki hava akışının stabilizasyonunu kaybettiği zaman meydana gelir. Bu durumla motor girişinden giren havanın bir şekilde hızı ya da istikametinde bir değişiklik olduğunda karşılaşılır. Çoğu zaman şiddetli bir kompresör stolu motor içindeki hava akışını çok ağırlaştırır ya da durdurur. Türbin kısmının aerodinamik olarak stol olması sebebiyle yanma odasında oluşan yüksek basınçlı gazların geriye doğru ters akışı kompresörü yavaşlatıp durmaya zorlayarak stol olmasına sebep olur. Kompresör stolu meydana geldiğinde motorda patlama, gürültü, titreşim ve ani sıcaklık yükselişi meydana gelir (Shepherd, 1987). Bu olaya şahit olan görgü tanıkları motorun ön tarafından alev çıktığını söylerler. Kompresör kısmı her zaman soğuk ve temiz olacağına göre bu durum kompresör stolunun en iyi delilidir. Kompresörün yanma odasına yakın olan kademeleri isle kaplanır ve hatta bazı durumlarda bu kısımlarda erime ve deformasyon görülür. Kompresör stolunda oluşan ayırt edici etkilerden birisi de hava akışının bozulmasından dolayı türbin kısmının çok yüksek sıcaklıklara maruz kalmasıdır (Wood ve Sweginnis,1995).

### **1.7.11. Hava Aracı Sistemlerinin İncelenmesi**

Günümüz hava araçlarının karmaşık ve çeşitli sistem elemanlarına sahip olması dolayısıyla bu sistemlerin incelenmesi zor bir iştir. Sistem incelemesi yapacak bir kaza inceleme görevlisi genel olarak bütün sistemlerin temeli diye nitelendirebileceğimiz hidrolik, elektrik/elektronik ve pnömatik sistemler hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Kazanın oluş şekli ve şartları ne olursa olsun her bir sistemin özenle incelenmesine daima önem verilmelidir. Çünkü hangi sistemin kazayı oluşturan sebep faktörüne ne kadar katkıda bulunduğu iyi bir inceleme yapılmadan bilinemez. Sistem incelemesi genellikle parçaların kaza mahallinde buldukları şekilde incelenmesinin yanında sistemin komple olarak fonksiyonel testinin yapılması, parçaların teker teker fonksiyonel testlerinin yapılması ya da parçaların aynı model bir hava aracına takılarak uçuştaki performansının değerlendirilmesi gibi çeşitli inceleme ve araştırma tekniklerinin de uygulanmasını gerektirir. Hava aracı sistemleri model ve markalara göre birbirlerinden farklı olmalarına rağmen temel olarak aynı ya da benzer mantıklara sahiptir. Dolayısıyla genel olarak bir

sistem hakkında fikir sahibi isek ilgili hava aracının bakım kitapları, parça kataloğu ya da diğer teknik yayımlarındaki bilgi ve Şemaların yardımıyla ilgili sistem hakkında kısa sũrede derinlemesine bilgi sahibi olup incelemesini yapabiliriz (Taylor, 1988).

Hava aracı sistemlerini genel olarak enerji ya da gũcũn bir kaynaktan kullanılacak olan yere transfer edilmesi ve kullanılması olarak tanımlayabiliriz. Bu işlemler mekanik, elektriki, hidrolik, pnĩmatik ve sıvı transferi Şeklinde gerŐekleŐtirilir. Bũtũn hava araÇlarında sistemler işin bu metodlardan biri veya birkaÇı kullanılır. Kaza mahallinde parÇalara mũdahale edilmeden önce nasıl bir durumda ve pozisyonda olduklarını tespit etmek işin fotoğraflama yapılmalıdır. Hareketli parÇalar ya da üzerinde hareketli kısımlar olan parÇalar incelenirken parÇaların birleŐtiđi yere bir Çizgi Őizilmelidir. Böylece daha sonra bu hareketli parÇaların konumları deđiŐse bile bu Çizgiler hizalanarak parÇalar kaza mahallinde ilk buldukları pozisyona getirilebilirler. ParÇalar skũlũp parÇalanmadan önce endũstriyel anlamda filmleri Çekilmelidir. Bu işlem malzemeye zarar vermez ve malzeme parŐalandıđı zaman normalde göremeyeceğimiz bazı hususları görmemizi sağlar. Mesela bir anahtar parÇalanmadan filmlenirse normal olarak bulunduğu pozisyonda anahtarın kumanda ettiği elektriki kontakların durumu grũlebilir. Eğer filmlenmeden aŐılırsa bu kontaklar hasarlanabilir ve gerÇek durumun ne olduğu bilinemez. Eğer parÇa ya da malzemeye basıncı ya da elektriki gũcũ uygulama imkanı varsa uygulanmalı ve parÇanın ŐalıŐıp ŐalıŐmadıđı grũlmelidir. ParÇa ya da sisteme ait malzemeler aŐılmadan önce aŐıldıklarında neyle karŐılaŐılacađına dair bilgi sahibi olunması emniyet aÇısından önemlidir. Bũtũn bu işlemlerden sonra yapılan faaliyetler bir yere not edilmeli, ne yapıldığı, neler öğrenildiği ve nasıl bir sonuca ulaŐıldıđı belirtilmelidir. İncelenen her bir parÇanın ismi, üreticisi, parÇa numarası, seri numarası ve hava aracındaki pozisyonu mutlaka notlara eklenmelidir (Wood ve Sweginnis,1995).

**1.7.11.1. UŐuŐ Kontrol Elemanları :** UŐuŐ kontrol elemanları hava aracını yatay, dikey ve uzunlamasına ekseninde kontrol etmek ve yönlendirmek işin kullanılan elemanlardır. Pilotun hareketlerini kumanda yũzeylerine iletmek işin bir takım kumanda kolları, makaralar, manivelalar, itme-Çekme Çubukları, akŐũatrler, balans ağrılıkları, gũcũ Şaftları ve kablolar kullanılır. Bu parÇaların her birisi yanlış ayar, yapısal bũtũnlũk, sıkıŐmıŐ

bağlantılar, aşınma vb. yönlerden çok dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Tespit edilen problemlerin çarpma hasarından mı ya da üretim veya bakım kusurundan mı dolayı meydana geldiği tespit edilmeye çalışılır. Normalde sistemde bulunmaması gereken herhangi bir parça veya yabancı madde sistemde sıkışma yaratarak hareketli parçaların hareketini önleyebilir ya da sınırlandırabilir. Kaza incelemelerinde gövde ya da enkaz içerisinde bulunan fakat normalde orada bulunmaması gereken alet, el lambası, temizlik bezi vb. malzemeler yakınlarında ya da içinde buldukları sistem açısından potansiyel bir tehlike kaynağıdır. Bu malzemeler üzerlerinde sıkışma kaynaklı iz ya da hasarların bulunup bulunmadığı açısından incelenmelidir (Ellis,1984, p.96).

**1.7.11.2. Hidrolik Sistemler :** Hidrolik sistem belli özellikteki sıvılarla çalışmaya göre ayarlanmış bir sistemdir. Yanlış sıvı kullanımı, kirlenmiş sıvı, sisteme sızmış olan hava ya da çok fazla ısınmış olan hidrolik sıvısı ciddi hasarlanmalara sebebiyet verebilir (Akkaya, 2002, s.99). Hidrolik sistem eğer hasarlanmamış gibi gözüküyorsa hidrolik rezervuarındaki hidrolik miktarı ve hidrolik sistemle hareket eden bütün elemanların mevcut durumları ölçülerek kaydedilmelidir. İncelemeye hidrolik sıvısı ile başlanır. Hidrolik sıvısı temiz ve uygun tipte olmalıdır. Kaza incelemecisi hava araçlarında kullanılan belli hidrolik tiplerini tanıyacak durumda olmalıdır. Bunların başlıcaları saman renkli olan 83282, yeşilimsi ya da sarımsı yeşil renkli Skydrol 7000, kırmızı renkli mineral tabanlı MIL-5606 ve mor renkli Skydrol 500A'dır. Pembe ya da mavi sıvılar da vardır. Bu sıvıların bazıları oldukça aşındırıcı olduğundan sistemde özel olarak tasarlanmış contalar (O-ring'ler ve Seal'lar) kullanılır. İlk olarak renk kontrolü yapılarak doğru hidrolik sıvısının kullanılıp kullanılmadığı anlaşılabilir. Sıvı kirliliği ya da yanlış sıvı kullanımını filtreler ve O-ring'ler incelenerek tespit edilebilir. Renginden dolayı hidrolik kaçaklarının tespit edilmesi oldukça kolaydır. Kaçakların çoğu irtibat (bağlantı) noktalarında meydana gelmektedir. Eğer bir hidrolik borusunun ortasından kaçak meydana gelmişse boru aşınmış, delinmiş ya da bir şekilde kesilmiş demektir. Herhangi bir şekilde hidrolik sistem açılıp sıvı boşaltılırsa sisteme hava girer. Daha sonra fonksiyon testi yapma amacıyla sisteme tekrar sıvı verildiğinde sistem içerisinde sıkışan hava anormal çalışma durumuna sebep olarak yanlış değerlendirmelerin yapılmasına sebep olabilir. Bu sebeple sökümden önce yapılması gereken fonksiyon testleri



yapılmalıdır. Hidrolik sisteme yanlış tipte bir hidrolik sıvısı konulmuşsa bu durum sistemdeki contaların durumundan veya sıvı içerisinde macunlaşma, pıhtılaşma veya çökme gibi belirtilerin oluşmasından anlaşılır (Taylor, 1988; Wood ve Sweginnis,1995).

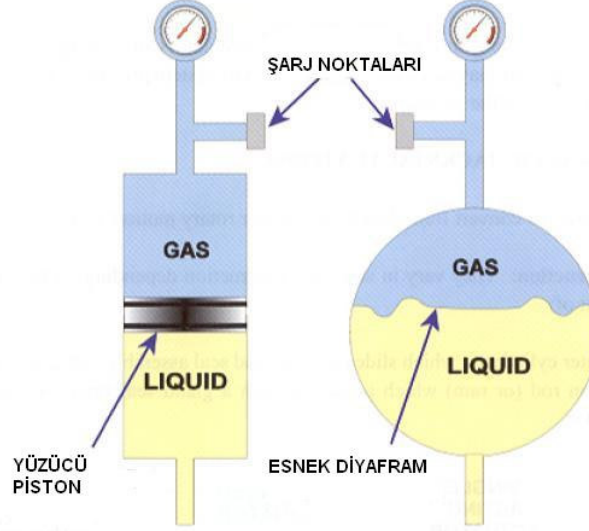
**1.7.11.2.1. Hidrolik Akçüatörler :** Akçüatörler sıvı basıncını doğrusal ya da kimi zaman dönü hareketine çeviren hidrolik sistem elemanlarıdır. Hava araçlarında akçüatörler kontrol yüzeyleri, flaplar, hava frenleri, iniş takımları, burun tekerlerinin yönlendirilmesi, pervaneler ve tekerlek frenleri gibi sistemlerde kullanılır. Akçüatör silindirleri ve motorları hareket verdikleri yüzeylerin kaza esnasındaki pozisyonu hakkında önemli bilgiler verebilirler. Çarpma esnasında büyük kuvvetlere maruz kalan akçüatörlerde, silindir içinde hapsolan hidrolik bir kilit gibi davranarak piston kolunun pozisyon değiştirmesini önler ya da pozisyonunu değiştirmeden önce piston kolunda direnç sebebiyle yamulmaya neden olur. Bu yamukluk referans alınarak çarpma anındaki akçüatörün pozisyonu tespit edilebilir. Akçüatörler kaza mahallinde bulduklarında boyları ölçülerek not alınmalı ve mevcut pozisyonu akçüatör üzerinde işaretlenmelidir. Bu bilgiler sağlam bir hava aracının ilgili akçüatörü aynı pozisyona getirildiğinde kontrol ettiği yüzeyin pozisyonunu görmek için kullanılır (Taylor, 1988).

**1.7.11.2.2. Hidrolik Pompalar:** Hidrolik pompalar hareketini motordan veya bir elektrik motorundan ya da helikopterlerde ana dişliden alırlar. Pompalar çoğunlukla hareketini aldıkları elemana, pompada herhangi bir zorlanma sıkışma ya da bir şekilde arıza meydana geldiğinde aradaki bağlantı kırılacak şekilde bağlanmışlardır. Eğer bu bağlantı sağlamsa pompa çarpma esnasında çalışıyor ya da en azından çalışabilecek bir durumda demektir. Eğer mil kırılmışsa bu durumda burkulma belirtileri ve kırıkta hasar olup olmadığı incelenir. Bu belirtiler görülüyorsa pompa motor ya da ana dişli kutusu hala çalışırken arızalanmış demektir. Birbirine temas eden kırık uçlardan biri sabit birisi hareketli olacağından birbirlerine hasar verebilirler. Eğer burkulma veya hasarlı kırık belirtisi değil de temiz düzgün bir kırık görülüyorsa muhtemelen pompada çarpma esnasında bir dönü hareketi yok demektir. Dolayısıyla kırık yüksek çarpma kuvvetleri sonucu meydana gelmiştir. Hidrolik sistemlere hava girdiğinde pompa sıvı yerine bu

havayı büyük bir basınçla sıkıştırır ve havanın patlamasıyla oluşan basınç hidrolik sıvısının taneciklenerek pompa silindirlerine çarpmasına sebep olur ve delikli bir görüntü meydana gelir. Yani normalde pürüzsüz olması gereken yüzeylerde delikli bir yapı göze çarpar. (Taylor, 1988) Yüksek hararete maruz kalmış hidrolik pompalar da incelemecilere değerli ipuçları verebilirler. Eski tip pompalar koruma maksadı ile çinko kromat ile kaplanıyordu. Bu boya yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında renk değiştirerek bu durumun anlaşılmasını sağlıyordu. Günümüzde ise ısı etkilerini daha hassas bir şekilde gösteren yeni tip boya ya da ısı etiketleri kullanılmaktadır. Bu tür pompalarda ısı değişimleri incelenerek yetersiz miktarda hidrolik sıvısı ile çalışma, hidrolik sıvısına hava karışması neticesi aşınma, sıvı soğutucu arızası gibi problemler tespit edilebilir. Arızalı olduğundan şüphelenilen hidrolik pompaların röntgen filmlerinin çekilmesi gerekmektedir. Bu sayede pompanın içindeki parçaların pozisyonları belirlenir.

**1.7.11.2.3. Hidrolik Akümülatörler:** Hidrolik pompalar yüksek basınçtaki hidrolik ihtiyacını karşılamak için her zaman yeterince hızlı çalışamayabilirler. Bunun neticesinde çok kısa bir zaman için bile olsa sistemde arzu edilmeyen basınç düşüşleri olur. Hidrolik pompaların değişken akış mekanizması sistemin yüksek basınç talebine cevap verinceye kadar olan sürede gerekli hidrolik basıncı akümülatörler tarafından sağlanır. Hidrolik sistemde kullanılan akümülatörlerin amacı, sistem basıncında oluşabilecek dalgalanmaları önlemek ve acil bir durumda kullanılacak hidrolik gücü depolamaktır. Aslında hidrolik pompaların verdiği basınç ilk olarak bu akümülatörleri şarj etmekte kullanılır. Akümülatör küre şeklindeyse sıvı ile gazı esnek bir diyafram, silindir şeklindeyse yüzücü bir piston birbirinden ayırır. Diyaframın bir tarafında sistem basıncı altındaki hidrolik sıvısı, diğer tarafında ise basınçlı hava ya da nitrojen gazları bulunur. Şekil 1.35'te küresel ve silindirik akümülatörler görülmektedir. Öncelikle diyaframın gaz basınçlı tarafı incelenmelidir. Bu kısmın basıncı sıfır ise bu durum çarpmanın etkisiyle meydana gelmiş olabilir. Bununla birlikte sıfır değil fakat olması gereken basınç miktarının altında ise bu durumda akümülatörün acil bir durumda yeterli hidrolik basınç veremeyecek durumda olduğu düşünülür. Diyafram yırtık ya da delik yönünden kontrol edilmelidir. Yüzücü pistonun ise gaz ya da sıvı bölümünün neresinde bulunduğu not alınmalıdır. Kaza mahallindeki akümülatör basıncının sıfır olup olmadığı bilinmiyorsa bu

durumda da emniyet açısından bu akümülatörlere yaklaşılmamalıdır. Çünkü tam şarjlı ve hasarlı bir akümülatör ölümcül sonuçlara yol açabilir (Taylor, 1988).



Şekil 1.35 Hidrolik Akümülatörler (JAA Knowledge Manuel)

**1.7.11.2.4. Hidrolik Sistem Filtreleri :** Filtreler kirlilik yönünden incelenmelidir. Burada daha çok aranan şeyler metal parçacıkları ya da conta parçaları olabilir. Hidrolik sıvısı içinde asılı olarak görülen bronz parçacıklar sistemin bir arızasından çok pompanın dahili olarak aşınmasına işaret eder (Taylor, 1988). Hidrolik sistem filtrelerinin gözle kontrol edilmesi çok aşırı kirlenme durumları dışında faydasızdır. Çünkü insan gözü 50 mikrondan daha küçük parçacıkları göremez. Bu durumda kirlilik test kitine ihtiyaç vardır. Fakat eğer kirlilik şüphesi varsa en kesin sonuç hem numunenin hem de filtrelerin uzman laboratuvarlara gönderilmesi ile elde edilir (Wood ve Sweginnis,1995). Hava araçlarında kullanılan hemen hemen bütün hidrolik filtrelerde baypas özelliği vardır. Filtrede tıkanma olduğunda filtre girişi ile çıkışı arasında meydana gelen basınç farkı yay yüklü baypas hattının açılmasını ve böylece sistemin hidroliksiz kalmamasını sağlar. Filtre baypas'a geçince kirlenici maddeler serbestçe sistemin içerisinde dağılırlar ve kirlenmeye karşı hassas parçaların çalışmasında düzensizlikler meydana gelir. Hassas olmayan elemanlarda ilk önce herhangi bir anormallik olmayabilir. Bu şekilde sistem bir

müddet daha çalışabilir. Hemen hemen her filtre üzerinde tıkanma olduğunda mekanik olarak atan butonlar bulunur. Bu butonlar da inceleme ekiplerine sistem kirliliğine dair bilgi verirler (Akkaya, 2002, s.100).

**1.7.11.3 Pnömatik Sistemler :** Pnömatik sistemler sıkıştırılmış havanın basıncıyla iş yapan sistemlerdir. Böyle düşünüldüğünde yalnızca mekanik sistemler değil ısıtma, soğutma ve basınçlandırma sistemleri, buz önleyici (anti-ice) sistemler, yangın söndürme sistemleri ve oksijen sistemleri de pnömatik sistemler olarak kabul edilebilirler. Bu sistemler hidrolik sistemle benzerlikler gösterirler ve incelemelerinde aynı yöntemler kullanılabilir. İncelemelere hava kompresörü veya motordan alınan faydalı hava (bleed air) gibi kaynak noktalarından başlanır ve sistem üzerindeki valfler, filtreler, borular ve basınçlı havanın kullanıldığı noktadaki sistemler sırayla incelenir. Motordan alınan hava eğer yeteri kadar sıcaksa potansiyel bir tutuşturucu olarak değerlendirilir. Bu durum bakım kitapları incelenerek tespit edilebilir. Oksijen sistemlerindeki kaçaklar yangın başlatmazlar fakat mevcut bir yangını oldukça şiddetlendirirler (Taylor, 1988; Wood ve Sweginnis,1995).

**1.7.11.4 Yakıt Sistemleri :** Yakıt sistemleri yakıt depoları, yakıt hatları, valfler, pompalar, filtreler, göstergeler ve ikaz sinyallerinden oluşur. Sistem genel olarak düşünüldüğünde yakıt sistemi ile pnömatik ve hidrolik sistemler arasında tesisat ve dağıtım açısından birçok benzerlikler vardır. Aradaki en büyük fark ise yakıt sistemlerinin bu sistemlere göre çok düşük basınç altında olması ve dağıtım için geniş hatların kullanılmasıdır. Yakıt sistemine bazı durumlarda belirsiz kaynaklardan olmak üzere sürekli yeni yakıt eklendiğinden yakıt kirlenmesi sıkça rastlanan bir durumdur. Bu durumu tespit etmek amacıyla temiz cam ya da plastik bir kaba yakıt numunesi alınarak incelenir. Yakıt numunesi alınacak nokta seçilirken dikkat edilmesi gereken üç kriter vardır. Numune sistemin durumunu yansıtmalıdır. Dolayısıyla çarpma sebebiyle meydana gelen hasarlı noktalar harici kirlenmeye sebep olabileceğinden bu nokta hasarlı kısımlara mümkün olduğunca uzak olmalıdır. Numune alınacak nokta yeteri kadar numunenin alınabileceği bir nokta olmalıdır. Ve son olarak eğer mümkünse numune normalde hava aracından numune almak için kullanılan nokta olmalıdır (Taylor, 1988).

Yakıt numunelerinde en çok karşılaşılan kirletici sudur. Su yakıt içerisinde ya çözünür ya da asılı kalır. Test kabına alınan numunede asılı kalmış olan su gözle kolayca tespit edilebilir. Eğer su çözünmüş ise yakıtta bulanık bir görüntü verecektir. Genel kural olarak eğer bulanıklık yukarıdan aşağı doğru kayboluyorsa bunun sebebi sudur. Aşağıdan yukarı doğru kayboluyorsa bunun sebebi ise havadır. Diğer kirleticiler ise yabancı maddeler ve mikrobik canlılardır (Wood ve Sweginnis,1995). Yakıt depolarının çıkışında büyük parçacıkları engellemek için kaba filtreler bulunur. Motora yakın kısımlarda ise daha hassas filtreler bulunmaktadır. Bu filtrelerin çoğunda baypas sistemi ve kokpite giden ikaz ışıkları vardır. Bu filtreler iyi kontrol edilmelidir. İkaz ışıklarıyla ilgili lambalar da incelemeye dahil edilmelidir. Eğer uçuşta yakıt tüketimi ile ilgili bir problem olduğundan şüphe ediliyorsa depolardaki yakıt miktarları kontrol edilir. Yakıt hatlarındaki bir kaçak motora yeterli yakıtın ulaşmasını engelleyerek motor arızasına ve müteakiben kazanın oluşmasına sebep olmuş olabilir. Bu durumda yakıt göstergelerinin ya da deponun incelenmesiyle elde edilen miktar bilgileri yanıltıcı olabilir. Depolar delinmemişse içerisinde yakıt olması gerekir. Eğer hiç yakıt yoksa zaten çarpma sonrası bir yangın da meydana gelmez. Eğer depolar parçalanmışsa çevredeki bitkilerin yanmasından, mevcut kokulardan ya da topraktan numune alınarak yakıtın çevreye sızıp sızmadığı anlaşılabilir (Taylor, 1988).

Yakıt sistemindeki yetersiz yağlamadan dolayı arıza yaparak kazaya sebebiyet verecek kritik parça yakıt seçici valfi şaftıdır. Bu valf kokpitten pilot tarafından mekanik olarak hareket ettirildiğinden yağsızlıktan dolayı sıkıştığında depo yakıtla dolu olmasına rağmen bu yakıtın motora ulaşması engellenebilir. Bu durum motorun susmasına ve kazaya sebebiyet verir. Diğer bir yağlama problemi de türbin motorlu bir hava aracına benzin konulduğunda meydana gelir. Normal türbin yakıtları kerosin tabanlı olduklarından motordan hareketli yakıt pompasına yağlama işlevi de yaparlar. Motor üreticileri türbin motorlu bir hava aracına çoğunlukla benzin konulmasını onaylamalarına rağmen bu uygulama belirli bir süre ile sınırlı tutulmuştur ve yalnızca acil hallerde uygulanması tavsiye edilir. Bu duruma riayet edilmediği takdirde pompanın arızalanması ve motor arızasının yaşanması ihtimali vardır. Yakıt sistemi incelenirken bu hususlara da dikkat edilmesi gerekmektedir (Ellis, 1984, p.162).

**1.7.11.5 Elektrik Sistemleri:** Kaza incelemelerinde elektrik sistemlerinin incelenmesinin üç önemli sebebi vardır. İlk olarak elektrik arızaları hava aracı kazalarında önemli bir rol oynayabilmektedir. İkincisi elektriki teçhizatın incelenmesiyle sistemlerin durumları hakkında önemli bilgiler edinilebilir. Üçüncü olarak ise elektrik sistemi hava aracında meydana gelen bir yangının sebebi olabilir. Elektrik sistemi incelemesinde genel olarak kullanılan teçhizatlar optik mikroskoplar, taramalı elektron mikroskobu, X-Ray ve elektriki ölçüm aletleridir (Galler ve ark.1995, p.9).

Hava araçlarında iki tür elektrik kaynağı kullanılmaktadır. Bunlar Doğrusal Akım ve Alternatif akım kaynaklarıdır. Eskiden hava araçlarında elektrik kaynağı olarak doğrusal akım (DC) tercih edilirken günümüz modern hava araçlarının çoğunda alternatif akım (AC) kullanılmaktadır. AC gücü üreten jeneratörler çoğunlukla hareketini motorlardan alarak sabit bir RPM'de stabil bir çıkış voltajı sağlarlar. Enkaz içerisindeki jeneratörlerde hasar belirtileri görülüyorsa bu hasarın çarpma kaynaklı olup olmadığı, yanma ve ark belirtileri, yanlış kablo bağlantıları ve aşırı ısınma durumları incelenmelidir. Jeneratörler hareketini aldıkları sisteme (motor ya da dişli kutuları) aşırı ısındıklarında ayrılma ya da kırılma sağlayan bir mekanizma ile bağlanmışlardır. Eğer ayrılma işlemi havada bir defa gerçekleşmişse bir daha birleşmesi mümkün olmaz ve incelemeci açısından açık bir delil oluşturur. Jeneratörlerde meydana gelecek en önemli arızalardan bir tanesi de yüksek voltaj durumudur. Bu durumda jeneratör voltajı kontrol edilemez bir şekilde sisteme verilir. Yüksek voltaj ve akımdan dolayı sistemin beslediği ampüllerin tellerinde yanma meydana gelir. Bu durumda pilotlar tarafından jeneratör anahtarı kapatılarak sisteme verilen elektrik akımı kesilir. Fakat voltaj ve akım çok fazla yüksekse bu durumda ilgili röle kapalı kalarak voltajın sürekli sisteme verilmesine neden olabilir. Bu durum röle kontaklarında erimeye hatta yakındaki malzemelerin tutuşmasına ve yangına sebep olabilmektedir (Taylor, 1988).

Elektrik sistemleri hatlar üzerine konan sigortalar, devre kesiciler ve akım limitleyiciler ile korunmuştur. Bu emniyet elemanları sisteme cihazları değil kablo ve tesisatı korumak için konmuştur. Sigortalar, anahtarlar ve rölelerin uçları ark sebebiyle metal erimesi ya da krater görüntüsü olup olmaması yönünden kontrol edilmelidir.

Anahtarların çoğunda çok hafif bir krater görüntüsü ve çok hafif bir is oluşumu görülmesi normaldir. Eğer kontaklardan şüpheleniliyorsa başka bir hava aracında oldukça kullanılmış olan başka bir tanesi ile karşılaştırma yapılabilir. Birbirine kaynamış halde bulunan kontaklar varsa devreler ayrıntılı bir şekilde incelenmelidir. Bütün sigortaların ve devre kesicilerin bulunduğu pozisyonları not alınmalıdır. Bu notlarda çarpma sonrası yangına maruz kaldığı değerlendirilenler not alınmalıdır. Sigortaların çoğu ısıya karşı duyarlı olup çarpma sonrası meydana gelen yer yangınları sebebiyle atmış da olabilirler (Ellis,1984, p.100).

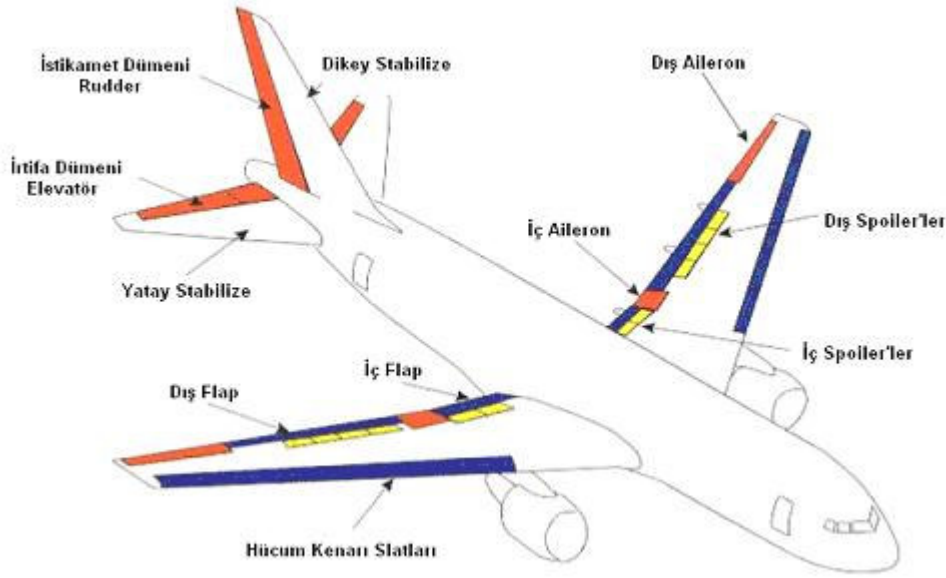
Hava araçlarında bütün kablolar numaralandırılmıştır ve ilgili şemalarda bunlar gösterilmiştir. Bu şemalar elektrik sistemi incelenirken oldukça faydalı olmaktadır. Kablolarda incelenecek en önemli husus ısı etkisidir. Eğer kablolar sistem dışarisından bir ısıya maruz kalmışsa üzerlerinde kaplı olan plastik kısım renk değiştirir ya da yanar. İçteki tel ise parlak ve sağlamdır. Isı etkisi kablonun kendi arızasından kaynaklandığında ise içteki tel renk değiştirecek ya da yanacaktır. Bununla birlikte dışarıdan çok büyük şekilde ısıya maruz kalındığında da telin renk değiştirebileceği ya da yanabileceği gözardı edilmemelidir. Fakat dışarıdan kaynaklanan ısı etkisi lokal bir etki yapar ama dahili olarak kaynaklanan renk değişimi ve yanma ilgili hat boyunca görülecektir. Üzerinde elektrik akımı olan bir hat çarpma etkisiyle kırıldığında kırılma noktasında bir ark meydana gelir. Oluşan ark bu noktada küçük bir renk değişiminden, erimeden kaynaklanan yuvarlak uç görüntüsüne kadar değişen çapta etkiler meydana getirir. Yani bu ark etkileri görüldüğünde bu, devrede hasar meydana geldiğinde hala elektrik akımının olduğunu gösterir (Wood ve Sweginnis, 1995). Ark'ın meydana geldiği bölge iki farklı malzeme arasındaysa bu durumda eriyen bu iki malzeme arasında metal transferi olabilir ve bu durum da elektron mikroskobu altında yapılan bir incelemeyle tespit edilebilir (Galler ve ark.1995, p.17).

### **1.7.11.6. Diğer Sistemler:**

**1.7.11.6.1. Otopilot Sistemi:** Kokpitteki otopilot kontrol paneli, kontrol mekanizmalarının pozisyonu, servo motorları ve bunların hava aracı kumanda sistemine olan bağlantılarının pozisyonları kaydedilmelidir. Kaza esnasında otopilotun devrede olup olmadığı belirlenmeye çalışılmalıdır. Bu belirlenmeye çalışılırken inceleme çok hassas bir şekilde yapılmalıdır. Çünkü çarpma kuvvetlerinin etkisiyle ya da elektrik kesilmesi ile beraber otopilot kontrol panelindeki anahtarlar konumlarını değiştirmiş olabilirler (Ellis,1984, p.108).

**1.7.11.6.2. Uçuş Kontrol Yüzeyleri:** Uçuş kontrol yüzeyleri, irtifa dümeni (Elevatör), istikamet dümeni (Rudder), Eleronlar, Flaplar, Slatlar ve Spoiler'lerden oluşur. Günümüz hava araçlarında bu sistemler hidro-mekanik olarak çalışmaktadır. Flaplar hareket aldıkları dişli sistemi veya vidalı bir çubuk sayesinde çarpma kuvvetlerinden etkilenerek pozisyon değiştirmezler. Flaplar yangından zarar görseler bile bu vidalı ya da dişli mekanizma sayesinde dişler sayılarak ya da dişli grubunun durumu incelenerek çarpmadan önceki son pozisyonları hesaplanabilir. Çarpma anındaki flapların pozisyonu uçağın pozisyonuna dair fikirler vereceğinden incelemeci açısından önemlidir (Ellis,1984, p.97). Şekil 1.36'da bir uçaktaki kontrol yüzeyleri görünmektedir.





Şekil 1.36 Kontrol Yüzeyleri (JAA Knowledge Manuel)

**1.7.11.6.3. İniş Takımları, Frenler, Anti-skid Sistemleri:** Bu sistemlerin incelenmesine başlamadan önce iniş takımları, tekerlekler, frenler ve anti-skid sistemi ile ilgili bakım kayıtları kontrol edilmelidir. Lastiklerin ne kadar süredir kullanıldığı, bu lastiklerle kaç iniş yapıldığı, fren sistemlerinde son zamanlarda bakım yapılıp yapılmadığı gibi hususlar araştırılmalıdır (Akkaya, 2002, s.154). İniş takımları hidroliki ya da elektriki olabilir. İniş takımlarında, iniş takımı üzerinde yük olup (yerde) olmamasına (havada) göre bazı sistemlerin çalışmasını sağlayan ya da engelleyen anahtarlar (WOW Switch ya da Squat Switch) bulunur. Ya sadece havada ya da sadece yerde çalışması istenen bütün sistemlerin devreleri bu anahtarlar üzerinden geçirilmiştir. Mesela bu sistem sayesinde uçak yerdeyken kabin basınçlandırma sisteminin devreye girmesi otomatik olarak engellenir. Bu anahtarlarda arıza olması ona bağlı tüm sistemleri de etkileyeceğinden incelemeye bu anahtarlar mutlaka dahil edilmelidir. Bütün iniş takımları acil durumlara karşı yedek açma sistemlerine sahiptir. Bu sistemler elektriki, hidroliki ya da pnömatik olabilir. İniş takımları, toplandığında hızla dönmeye devam eden tekerlekleri durdurmak için kullanılan otomatik fren sistemlerine sahiptir. Bu sistemlerin hepsi incelemeye dahil edilmelidir. Hava araçlarında çoğunlukla hareketli ve sabit disklerin birbirlerine karşı

sıkıştırıldığı tekli ya da çoklu disk tipi frenler kullanılmaktadır. Bu sisteme kuvvet çoğunlukla hidrolik olarak uygulanır. Bunun yanında pnömatik sistemler de kullanılmaktadır. Frenlerin kullanılması sonucunda oldukça büyük miktarlarda ısı açığa çıkar. Meydana gelen yüksek sıcaklığın lastikleri patlatmasını önlemek için tekerleklerde eriyebilir tapalar (Fusible Plug) bulunur. Bu tapalar sayesinde lastiklerin havası boşaltılarak patlamaları önlenir. Bazen frenlerin sıcaklıkları hidrolik silindirlerin contalarını eriterek hidrolik kaçağına sebep olur. Mevcut ısı hidrolik sıvısını tutuşturabilecek seviyede olduğundan müteakiben yangın başlar. Fren sistemleri incelenirken doğru sistem elemanlarının kullanılıp kullanılmadığına, bunların doğru takılıp takılmadıklarına ve aşırı ısınma durumunun olup olmadığına dikkat edilmelidir. Anti-skid sistemi frenleme esnasında tekerleklerin kilitlemesini önleyerek maksimum fren etkisini sağlayan bir sistemdir. Maksimum frenleme etkisi tekerlekler %10 oranında kilitletiğinde elde edilir. %100 kilitleme olduğunda bu etki azalır çünkü sürtünme sebebiyle tekerlekten kopan parçacıklar zeminle teker arasındaki sürtünme oranını azaltır. Aynı zamanda bilyecik gibi davranarak durmayı çok zorlaştırır. Pilotlar bu %10 oranını kendileri ayarlayamayacağından bu işi anti-skid sistemi yapar. Otomatik olarak fren tatbik edip bırakarak oranı sabit tutar. Aynı zamanda eş tekerleklere aynı oranda kuvvet uygulayarak istikamet kontrolünün kaybedilmesini de önler. Bu sistem her bir tekerlek için bağımsız olarak çalışır. Sistem elektronik bir sistem olup kokpitten açılıp kapatılabilir. Kokpitte sistemin durumunu gösteren ikaz ışıkları da vardır. Pist üzerinde meydana gelen iniş kazalarında bu sistemler dikkatle incelenmelidir (Wood ve Sweginnis,1995).

**1.7.11.6.4. Buz Önleyici ve Buz Kırıcı Sistemler:** Buz önleyici sistemler Anti-ice ve buz kırıcı sistemler de De-ice sistemleri olarak isimlendirilir. Bu iki sistem arasındaki fark Anti-ice sisteminin buzlanma oluşmadan önce, De-ice sisteminin ise buz oluşumundan sonra kullanılmasıdır. De-ice sistemleri termal ya da havalı olabilir. Havalı sistemde kanatların hücum kenarlarında ve kuyrukta bulunan kauçuk de-ice botlarının şişirilip söndürülmesiyle oluşan buzların kırılması sağlanır. Bu işlem için hava, pistonlu motorlarda motordan hareketli bir hava pompasından, türbin motorlarda ise kompresör kısmından alınır. De-ice sisteminin incelenmesi pnömatik sistemler gibidir. Buz giderme

botlarının bunların beslenme hatlarının ve kontrol valflerinin durumu incelenmelidir. Vakum pompasının hareketli elemanları ve sigortaları sağlamlık açısından incelenmelidir. Pompanın kaza esnasında çalışıp çalışmadığı da tespit edilmeye çalışılır. Termal anti-ice sistemleri de pistonlu motorlarda egzost kısmından türbinli motorlarda ise kompresör kısmından alınan sıcak hava ile veya benzinle ateşlenen ısıtıcılar vasıtasıyla çalışır. Yanmalı ısıtıcılar oluşabilecek kaçaklar ve yangın yönünden kontrol edilmelidir. “Bleed Air” ile yapılan buz önleme sistemleri kanat ve kuyruk kısmına olan hava akışını kontrol edecek valflere sahiptir. Bu valflerin pozisyonu kaydedilmeli ve kokpitteki anahtarın seçilen pozisyona uygunluğu kontrol edilmelidir (Akkaya, 2002, s.118). Genel anlamda bu sistemin de incelenmesi pnömatik sistemlerde olduğu gibidir. Pervaneli hava araçlarında pervanelerde kullanılan buz önleme sistemi diğer buz önleme sistemlerine göre farklıdır. Anti-ice sistemlerinde pervanelerin hücum kenarlarına buz oluşumunu önleyen anti-ice sıvısı damlatılır (Genellikle izopropil alkol). Bu sistem normal sıvı transfer sistemleri (yakıt, hidrolik vb.) gibi incelenmelidir. Çünkü bu sistemde de depo, pompa, filtre vb. elemanlar bulunmaktadır. De-ice sistemi ise elektrikli ısıtma elemanlarından oluşur (Wood ve Sweginnis, 1995).

#### **1.7.12. Kokpit Gösterge Ve Aletlerinin İncelenmesi:**

Çarpma esnasında ya da güç kaynağı kesildiğinde göstergelerin gösterdikleri durumun tespit edilmesinde kullanılan birkaç metod bulunmaktadır. Bunlar durumun görsel olarak tespit edilmesi, kadran ve iğnenin çarpma izleri bakımından incelenmesi, göstergelerin içindeki dişli ya da diğer mekanizmaların çarpma izi ya da sıkışma açısından incelenmesi ve elektrikli senkro okuma metodlarıdır. Bu metodların mümkün olduğunca hepsi kullanılmaya çalışılmalıdır. Gösterge aletleri oldukça hassas olduklarından dolayı çarpma kuvvetleri ve ısıya karşı dayanıksızdırlar ve büyük bir kazadan sonra gösterdikleri değerlerin doğruluğu tam olarak tespit edilemeyebilir. Günümüzde birçok hava aracında artık fosforlu iğne ve kadran sistemleri kullanılmamaktadır. Fakat bu tür sistemlerin kullanıldığı hava araçlarında gösterge ultraviyole ışık altında incelenerek çarpma esnasında iğnenin kadran üzerinde iz bırakıp bırakmadığı kontrol edilmelidir. Farklı

göstergelerin çarpma kuvvetleri altında gösterdikleri tepki kazanın oluş şekline göre farklılıklar göstermektedir. En kesin değerlerin hava aracının ön kısmıyla tek ve şiddetli bir şekilde çarptığı kazalarda, en güvenilir değerlerin ise hafif veya birden fazla kez çarpma yaşanmış kazalarda elde edildiği söylenebilir. Normalde okunan değerlerin doğruluğu meydana gelen hasar ile doğru orantılıdır (Ellis,1984, p.110-113).

Gösterge aletlerinin hepsinin daha doğrusu kokpitte bulunan bütün göstergelerin gösterdiği değerlerin, anahtar ve kumanda kontrol kollarının pozisyonlarının hızla kaybolacak delil niteliğinde olduğu unutulmamalıdır. Olay yerine ilk ulaşan kurtarma ekipleri kokpite büyük zararlar verebilirler. Hatta kaza inceleme görevlileri bile bazen bu gösterge ve anahtarlarla oynayarak pozisyonlarını değiştirirler. Bu sebeple yapılması gereken ilk işlemlerden bir tanesi gösterge, anahtar ve kontrol kollarının fotoğraflarının çekilmesi ve pozisyonlarının kaydedilmesidir (Wood ve Sweginnis, 1995). Değerli bilgilerin yok olmasını engellemek için kokpit içinde gereksiz tüm hareketlerden kaçınılmalıdır. Gösterge sistemleri kaza sonrası şiddetli yangına maruz kalmış olabilir. Yangına maruz kalmayan göstergeler etiketlenmeli, uzaklaştırılarak koruma altına alınmalıdır (Akkaya, 2002, s.138).

Kokpitlerde farklı tiplerde göstergeler bulunmaktadır. Gösterge aleti dişli tip bir mekanizma ile hareket ettiriliyorsa bu tür göstergeler kendilerine gelen gücün birden kesilmesi ya da çarpma şiddetinin yarattığı sıkışma ile son konumlarını koruyabilirler. Bazı dişlilerin iç kısımlarında göstergenin nötr ya da sıfır ayarını gösteren çizgiler bulunur. Eğer çarpma şiddeti dişlileri kilitlerse bu çizgilerden itibaren dişler sayılarak da gösterge değeri tespit edilebilir. Bazı göstergeler güç kesildiği anda ibrenin üzerindeki yay yükü sayesinde sıfır pozisyonuna döndüğü mekanizmalara sahiptir. Yani enkaz alanında bazı göstergelerin sıfır değer göstermesi çarpma anında gerçekten de durumun böyle olduğunu göstermez (Wood ve Sweginnis, 1995). Bazı göstergeler ise hava aracının başka bir noktasındaki sisteme hareket veren motorlarla senkronize olarak çalışır ve bu motorlar üzerindeki parçalar (çoğunlukla potansiyometre) tarafından gönderilen sinyalleri alarak gösterirler. Elektrik akımı kesildiğinde bu tür göstergeler son konumlarını muhafaza ederler. Eğer çarpma kuvveti göstergeye dik açıda ise ibre 90° den

fazla yer değiştirir. Diğer aıllardan gelen çarpma kuvvetleri gösterge ibresinin yer değiştirme miktarını azaltır. Kuvvet gösterge ibresiyle aynı düzlemde ise ibrede değişme olmayabilir (Akkaya, 2002, s.140). Bu göstergeler üç Şekilde incelenir. Birincisi göstergenin kendisinin incelenmesidir. İkincisi ise göstergeye sinyal gönderen sistemin incelenmesidir. Eğer bu parça potansiyometre ise o da büyük ihtimalle çarpma esnasındaki pozisyonunu koruyacaktır. Potansiyometrenin pozisyonu ölçülerek gösterge değerine çevrilebilir. Diğer bir inceleme tekniği ise senkro test cihazlarının kullanılmasıdır. Diğer bir tür gösterge sistemi ise şerit tipi göstergelerdir. Bu tür göstergelerde değerleri dikey olarak hareket eden şeritler göstermektedir. şeritlerin kendisi hassas ve kırılğan olup şeride hareket veren dişli ya da benzeri sistem ise oldukça sağlamdır. şerit parçalansa ya da yansa bile dişli pozisyonuna göre sağlam bir gösterge aynı duruma getirilerek değeri okunabilir. Eğer gösterge arabaların kilometre göstergeleri gibi dönen tip bir gösterge ise okunması oldukça kolaydır. arklar nadiren parçalanır ve üzerlerindeki numaralardan herhangi birisi okunabiliyorsa göstergedeki değer de kolayca tespit edilecektir (Wood ve Sweginnis, 1995).

Gösterge incelenmesinde yapılacak en basit iş öncelikle göstergenin n yüzünün incelenmesidir. Eğer göstergedeki değer hala okunabiliyorsa parçalamaya gerek yoktur ve okunan değerler bir takım delillerle teyid edilebilir. Eğer gösterge okunamıyorsa ibre kırılmış olabilir. Bu durumda şu tekniklerden faydalanılır:

**1.7.12.1. Gölgelenme:** Gösterge zerindeki cam muhafazanın çarpma şiddetiyle kırıldığı durumlarda iğne de savrulurak göstergeden ayrılır. Parçalanma esnasında ibre fırlamadan önce kırılan cam parçacıkları kadran üzerinde ibrenin bulunduğu yer hariç iz bırakır. İbrenin altında oluşan bu boşluğa gölgelenme denir (Ellis, 1984, p.112; Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.12.2. İbre Bağlantısı:** İbrenin bağlı olduğu, merkezdeki parça incelenir. Bu noktanın yeri ibre kırılmış olsa bile en son değerin okunmasına yardımcı olabilir (Wood ve Sweginnis,1995).

**1.7.12.3. Çarpma İzi:** İbrenin sivri ucu genellikle çarpma izi bırakmaz. İbrenin merkezine doğru olan daha ağır kısmı bu izi bırakır. Bu yarım daire şeklinde küçük bir izdir ve ibrenin ucunun değil kuyruğunun bulunduğu yeri gösterir (Wood ve Sweginnis, 1995). İbreye ait tam bir iz bulunduğunda ise inceleme çok dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Bu durum çarpma izinden ya da gölgelenmeden kaynaklanmayıp hava aracının park halinde ya da başka bir şekilde uzun süre güneşe maruz kalmasıyla ibrenin altında kalan kısmın renginde solma olmamasından kaynaklanır. Zaten bu iz sıfır ya da sıfıra yakın bir noktada görülür. Eğer birden fazla çarpma izi görülüyorsa ilk önce hangi izin oluştuğu belirlenmelidir. İlk çarpma noktası genellikle daha parlak ve belirgin olup ibrenin hareket ettiği yöne doğru çarpma izleri hafifler. Mikroskopik bir incelemeyle bu durum belirlenebilir (Ellis, 1984, p.112).

**1.7.12.4. Ultraviyole Işık İncelemesi:** 1950 yılı ve daha öncesinde ibre sistemlerinde ultraviyole ışıklandırma kullanılmaktaydı. İbrelerin hem önü hem de arkaları floresan madde ile kaplanıyor ve böylece çarpma etkisiyle ibrenin kadranda bıraktığı iz ultraviyole ışık altında incelenerek tespit edilebiliyordu (Ellis, 1984, p.111; Wood ve Sweginnis, 1995).

#### **1.7.12.5. Bazı Önemli Göstergeler:**

**1.7.12.5.1. Altimetreler:** Altimetreler bilindiği üzere hava aracının bulunduğu irtifayı gösterir. Altimetre hava basıncındaki değişime göre çalıştığından gösterge üzerinde Kollsman penceresi denilen bir bölümde altimetre ayarlaması yapılır. Buraya girilen değere göre altimetrenin gösterdiği değerlerde değişme olur. Hava araçları her hava sahası ve kontrol bölgesi için belirlenmiş olan belli bir irtifanın üzerine çıktıklarında pilotlar kollsman penceresine standart altimetre değeri olan 29.92 inç civa değerini bağlarlar. Böylece transit hava sahasındaki bütün hava araçlarının altimetreleri aynı irtifada aynı değeri gösterir ve muhtemel çakışmalar önlenmiş olur. İniş yapılmak üzere belirli bir bölgede alçalındığında ise belirlenen irtifanın altında kuleden ya da yaklaşma kontrolden alınan mahalli altimetre değerine geçilir.

Kaza mahallinde bulunan altimetre eğer doğru ayarlanmışsa hava aracının düştüğü yerin irtifasını gösterir. Göstergedeki değer kaydedilir. Gösterge üzerinde çarpma izleri ve dişlilerin incelenmesi teknikleri yine kullanılır. (Akkaya, 2002, s.143).

**1.7.12.5.2. Pito-statik Sistem:** Pito-statik sistem hava aracındaki dinamik ve statik basıncın algılanmasını ve ilgili yerlere gönderilmesini sağlayan bir sistemdir. Kabaca hava aracının genellikle burun ya da hava akışına direkt maruz kalacağı bir noktasına takılan pitot tüpü, hava akışına direkt maruz kalmayacak bir noktada (genellikle gövde alt ve yanları ve bazen de pitot tüpünün yan tarafında) açılan statik port (atmosfer basınç deliği) ve bunlara bağlı borular ve bu boruların sonunda da göstergelerden oluşan bir sistemdir. Bu sistem altimetreyi, varyometreyi (dikey hız göstergesi) ve sürat saatini besler. Sistemde sürat saati için hem pitot hem de statik basınç kullanılır. Varyometre ve altimetre için ise yalnızca statik basınç yani atmosfer basıncı kullanılır. Pito-statik sistemin arızalanması veya buzlanma ya da yabancı madde hasarından dolayı tıkanması sonucunda meydana gelmiş oldukça trajik kazalar bulunmaktadır. Bu sebeple bu sistemin incelenmesi oldukça dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Herhangi bir sebeple sistemde tıkanma ya da bir kaçak söz konusu olduğunda sürat saati altimetre ve varyometre saatleri hatalı değerler göstermeye başlarlar. Özellikle dış referansların hiç olmadığı bulut içi ve gece ya da gündüz düşük görüş şartlarında alet uçuşunda bu hatalı değerler pilotların yanlış muhakeme yapmasına, yanlış kumandalar vermesine, kendilerini gerçekte olduklarından daha yüksek ya da alçakta zannetmelerine ve dolayısıyla ölümcül kazalara sebep olabilmektedir.

Pito statik sistem buzlanmadan dolayı tıkanmasını önlemek için ısıtma sistemleri ile koruma altına alınmıştır. İlk kontrol edilmesi gereken yerlerden bir tanesi de bu ısıtıcı sistemdir. Elektriki bağlantıları kontrol edilmelidir. Sistemin açılması unutulmuş olabileceğinden kokpitteki ilgili anahtar da kontrol edilmelidir. Eğer kaza esnasında ısıtma sistemi çalışıyorsa pitot tüpüne çarpma etkisiyle giren bitki parçaları ve benzeri yabancı maddelerde, tüp ısınıp yavaş yavaş kaybedeceğinden yanma belirtileri görülecektir. Bu bize sistemin kaza esnasında faal olduğunu gösterir. Daha sonra tüm pitot ve statik hatları kırık çatlak ve kaçak yönünden kontrol edilir. Bazı hava araçlarında

uçušta aerodinamik stabilizasyon sağlamak maksadıyla bazı hareketli kontrol yüzeylei süıat saatine bağlanmıştır. Hava hızına göre bu aerodinamik yüzeylei pozisyon değiştirerek ileri uçušta stabilizasyon sağlarlar. Bu yüzeyleiın pozisyonları da incelenerek pito-statik sistemde bir problem olup olmadığı anlaşılabılır (Ellis,1984, p.113).

**1.7.12.5.3. Süıat Saatleri ve Machmetreler:** Bunlar genellikle dişıli tipte göstergelerdir ve okunmaları kolaydır. Machmetreler iki ibreli ve dönen hareketli bir tamburaya sahip göstergelerdir ve incelenmesi daha da basit olmaktadır. Çarpma izleri ve dişıli incelemesi yapılmalıdır. Bazı hava araçlarında mekanik yer hızı ya da hakiki hava hızı göstergeleri de vardır ve bunlar da incelemeye dahil edilmelidir (Ellis,1984, p.114,122).

**1.7.12.5.4. Dikey Hız Göstergeleri :** Yine dişıli tip bir göstergedir. Burada dikkat edilmesi gereken husus bu göstergelerin gecikmeli çalıştığı ve okunan değerin % 100 doğru olmayabileceğinin bilinmesi gerektiğidir. Çarpma izleri ve dişıli incelemesi yapılır (Ellis, 1984, p.115 ; Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.12.5.5. Dönüş ve Kayış Göstergeleri:** Vakum etkisiyle çalışan dönüş ve kayış göstergeleri hava aracının yaptığı dönüşü ve varsa kayış olup olmadığını gösteren çoğunlukla elektriki göstergelerdir. Gösterge cayro sistemine bağlı olduğundan eğer dişıli sistemini kilitleyecek tek ve şiddetli bir çarpma yaşanmamıssa gösterdiği değer güvenilmezdir (Ellis,1984, p.115).

**1.7.12.5.6. Takometreler :** Bu göstergelerin bazıları dişıli tip olup sıfır pozisyonuna yay yüklüdür. Eğer gösterge hareketini bir servo motordan alıyorsa güç kesildiğinde en son pozisyonunu muhafaza eder. Takometreler için kaynak motor üzerindeki takometre jeneratörleridir fakat bunların incelenmesi faydalı bir bilgi sağlamamaktadır (Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.12.5.7. Yakıt Miktar Göstergeleri :** Kaza incelemelerinde hava aracında bulunan yakıtın miktarı ve nasıl dağıtıldığının tespit edilmesi oldukça önemlidir. Eski tip hava



araçlarında bu sistem depo içerisinde yüzen bir mekanizmanın hareketinin rezistanslı bir devreyi harekete geçirmesiyle çalışır. Bu göstergeler elektrik gücü kesildiği zaman sıfır pozisyonuna döner. Modern hava araçlarında ise yakıt yoğunluğunu kullanarak miktar ölçen kapasitans devreleri bulunmaktadır. Bu tip göstergeler güç kesildiğinde son konumlarını korurlar. Eğer direkt olarak gösterge okunamıyorsa bu durumda sistemdeki potansiyometrenin geri besleme mekanizmasının durumuna göre de değer tespit edilebilir (Ellis, 1984, p.129; Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.12.5.8. Durum Göstergeleri:** Bu göstergeler yalnızca dalış/tırmanış (yunuslama) ve yatış durumlarını gösteren müstakil modellerden diğer sistemlerle beraber çalışan ve üç boyutlu bilgi sağlayan daha karmaşık modellere kadar çeşitlilik arz etmektedir. Göstergenin çeşidi nasıl olursa olsun inceleme teknikleri bu sistemlerde de değişmemektedir. İnceleme sonucunda alınacak bilgi elektrik akımı kesildiği ya da çarpma şiddetiyle kilitlemenin gerçekleştiği andaki durumu gösterecektir. Bunun istisnası ise müstakil tipte olan göstergeler ve bazı minyatür yedek durum göstergeleridir. Bunlar cayro ataletinden dolayı elektrik kesildikten sonra bile durum göstermeye devam ederler. Bu aletlerin incelenmesiyle faydalı bilgiler elde edilebilmektedir (Ellis, 1984, 116).

**1.7.12.5.9. Pozisyon Göstergeleri (iniş takımı, flap vb.) :** Bu göstergeler DC akımla çalışarak hareket miktarını ölçer. Bu tür göstergeler çarpmadan sonra genellikle güvenilmezdir. Diğer göstergeler ise (flap pozisyonu gibi) dişli ya da senkro tipi göstergeler olup bunların incelenmesiyle ilgili elemanın pozisyon açısı tespit edilebilir. İncelenmesi kadran üzerindeki çarpma izlerinin kontrol edilmesinden ve elektriki senkronun ölçülmesinden oluşur. Birçok iniş takımı göstergesinde elektrik kesildiği anda göstergenin açık “DOWN” ya da kapalı “UP” pozisyondan süratle orta pozisyona geldiği görülmüştür (Ellis, 1984, p.130; Akkaya, 2002, s.153).

**1.7.12.5.10. Yakıt Akış Göstergeleri :** Yakıt akış göstergeleri genellikle bir gösterge, bir bilgi gönderici eleman (transmitter) ve 26 voltluk AC akım kaynağından oluşmaktadır. Bunlar da senkro tipinde göstergelerdir ve bazılarında dişli mekanizmaları vardır

bazılarında ise yoktur. Eğer çarpma akış valfini kilitleyecek kadar şiddetliyse bu durumda bu göstergenin incelenmesiyle faydalı bilgiler elde edilebilir (Ellis, 1984, p.126; Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.12.5.11. Sıcaklık Göstergeleri :** Kaynak olarak “Thermocouple” denilen elemanları kullanan galvanometre tarzında göstergelerdir. Bu göstergeler iki manyetik alan arasındaki etkileşimi ölçerek devre içerisindeki akımın miktarını tespit ederler. Sıcaklık göstergeleri elektrik akımı kesilmediği müddetçe çarpma kuvvetlerinden etkilenmezler. Fakat eğer elektrik akımı kesilirse en küçük harekette bile gösterge büyük sapmalar yapmaktadır. Bu göstergelerden nadiren faydalı bilgiler elde edilebilir (Wood ve Sweginnis, 1995).

**1.7.12.6. Anahtarlar Ve Kontrol Kolları :** Kokpitte bazı anahtarlar çeşitli sistemlerle emniyet altına alınmıştır. Bu anahtarlar kendi kendilerine ya da çarpma şiddetiyle pozisyon değiştiremezler. Dolayısıyla kokpitte bu tür anahtarların bulunmuş oldukları pozisyon gerçek pozisyonlarıdır. Fakat emniyet sistemi olmayan anahtarlara doğru gösterme ihtimali olsa da şüpheli olarak bakılmalıdır. Normalde anahtarın yükünün yenilmesi zor olmasına rağmen kokpit içerisinde hareket eden serbest malzemeler bu anahtarların pozisyonunu değiştirebilmektedir. İleri geri hareket eden ve kilitleme ya da tutma (detent) mekanizması olmayan kontrol kolları genellikle çarpma etkisiyle tam ileri pozisyona kayarlar. Bunlara gaz kolları, güç kolları, pervane kontrol kolları ve karbüratör ısıtma kontrol kolları örnek olarak verilebilir. Eğer bir kontrol kolu tam ileri pozisyonda bulunmuşsa bu durum diğer delillerle teyid edilmelidir. Kilitleme ya da tutma mekanizması olan kollar daha sağlıklı bilgiler verirler ve daha güvenilirlerdir. Bunlar da iniş takımı, flap, spoiler ve hava frenleri kontrol kollarını içerirler (Wood ve Sweginnis, 1995).

### 1.7.13. Lamba Analizi

Hava araçlarında ışıklandırmanın yanında ikaz ve malumat ışıkları için kullanılan oldukça fazla miktarda lamba (ampül) bulunmaktadır. Bu lambaların çarpma anında yanıp yanmadıkları tespit edilebilmektedir. Lamba analiz tekniği 1950'li yıllarda karayolu kazalarını aydınlatmak için geliştirilmiştir. Arkadan çarpma hadiselerinde arkadaki sürücüler genellikle öndekinin fren lambalarının yanmadığını iddia ettikleri için böyle bir çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur. Başarılı sonuçların elde edilmesiyle bu teknik daha sonra hava aracı kazalarında da uygulanmaya başlanmıştır (Wood ve Sweginnis, 1995).

Lamba analizi yoluyla elde edilen bilgiler, hava aracı sistemlerinin çarpışmadan önceki çalışma parametrelerinin ve çarpma şiddetinin niteliksel olarak tahmin edilmesinde kullanılabilir. İnceleme 3 aşamalı olarak yapılır:

1. Olay yerindeki ilk faaliyetler ve lambaların hava aracından çıkartılması
2. Tungsten telin deformasyon miktarı ve durumunun belirlenmesi için bölgesel bir laboratuvarda mikroskobik incelemeye tabi tutulması
3. Uzman bir laboratuvarda detaylı olarak inceleme yapılması (Poole ve Vermij, 1995).

**1.7.13.1. Olay Yerindeki İlk Faaliyetler ve Lambaların Çıkarılması :** Lamba analizinde temel prensip oldukça basittir. Lambaların içerisinde tungsten tel denilen teller kullanılır. Bu tellerin üzerinden geçen akımın etkisiyle ısı ve ışık elde edilir. Tel üzerinde 1600 °C veya daha fazla bir sıcaklık meydana gelir. Fakat vakum etkisinden dolayı yanma olmaz sadece ışık elde edilir. Isınmış olan tel çarpma kuvvetlerinin etkisiyle oldukça sünek bir davranış sergiler. Sünek malzemelerin klasik kırılma karakteristiği, uzamadan dolayı inceltme ve boyun görüntüsünün meydana gelmesidir. Fakat akım yoksa yani lamba yanmıyorsa bu durumda tel gevrek bir şekilde kırılacaktır. Kaza mahallinde öncelikle incelenecek ampüller bağlı olduğu soketten sökülmeli ve hangi sisteme ait olduğu ve nereden çıkarıldığı gibi bilgilerin üzerine yazıldığı plastik bir torbaya konmalıdır. Her defasında bir torba açılarak teker teker inceleme yapılmalıdır. Büyüteç yardımıyla ve kuvvetli bir ışık altında tungsten telin durumu incelenir. İncelenmesi

gereken durum tungsten telde normalin dışında bir eğilme bükülme ya da uzamanın olup olmadığıdır. Telin normal şekli konusunda şüphe varsa aynı lambadan sağlam bir tane temin edilerek karşılaştırma yapılabilir. Her hava aracında bulunan yedek lamba kutusu eğer kaza mahallinde bulunabilirse benzer bir lamba çıkarılır ve aynı çarpma kuvvetlerine maruz kalmış ve kullanılmayan bir lamba ile eldeki lamba mukayese edilmiş olur. Aynı şekilde kesinlikle kapalı olduğu bilinen sistemlere ait lambalar da yine mukayese için kullanılabilir (Wood ve Sweginnis, 1995).

Teldeki hasar durumu; çarpma kuvvetlerinin şiddeti ve çarpma şekli, lambanın tipi ve üreticisi, çarpma anında lambanın uçuş hattına göre olan pozisyonu, çarpma süresince uygulanan voltaj ve lambanın yaşlanma derecesine göre değişmektedir. Bunlara kısaca göz atmak gerekirse:

**1.7.13.2. Çarpma Şekli ve Şiddeti :** Belkide ampülün davranışı üzerinde en önemli parametre çarpma şiddeti ve şeklidir. Çarpma esnasında meydana gelen kuvvetler “G” miktarı açısından belirtilir. “G Kuvveti” bir kütle üzerinde meydana gelen kuvvetin yer çekiminin katları şeklinde ifade edilmesidir. Çarpma anında hava aracının kinetic enerjisi bir süre devam eden “G” kuvvetlerinin etkisiyle sıfıra doğru azaltılır. Bu esnada çarpma kuvvetleri binlerce G’ye kadar çıkabilmekte süre ise milisaniyenin çok küçük dilimlerinden birkaç saniyeye kadar değişebilmektedir. Çarpma kuvvetinden söz ederken genelde bu değişen G kuvvetlerinin bir ortalaması söz konusudur. Fakat hava aracının gösterge paneli gibi lokal kısımlarında hissedilen kuvvet bu ortalama kuvvet değil anlık olarak değişen kuvvettir. Lambanın durumunu belirleyen kuvvet de bu değişken kuvvettir (Poole ve Vermij, 1995; Heaslip ve ark. 1983).

**1.7.13.3. Lambanın Tipi:** Hava araçlarında birçok değişik tipte lamba kullanılmaktadır. Temel olarak bir lamba iki destek teli arasına gerilmiş sargılı bir telden, kontak (terminal) tellerinden, tellerin bağlandığı monte yatağından, cam muhafaza, taban kısmı, flanş, yalıtkan kısım ve elektriki kontak kısmından meydana gelir. Temel bir lamba yapısı Şekil 1.37’de gösterilmiştir (Heaslip ve ark. 1983).

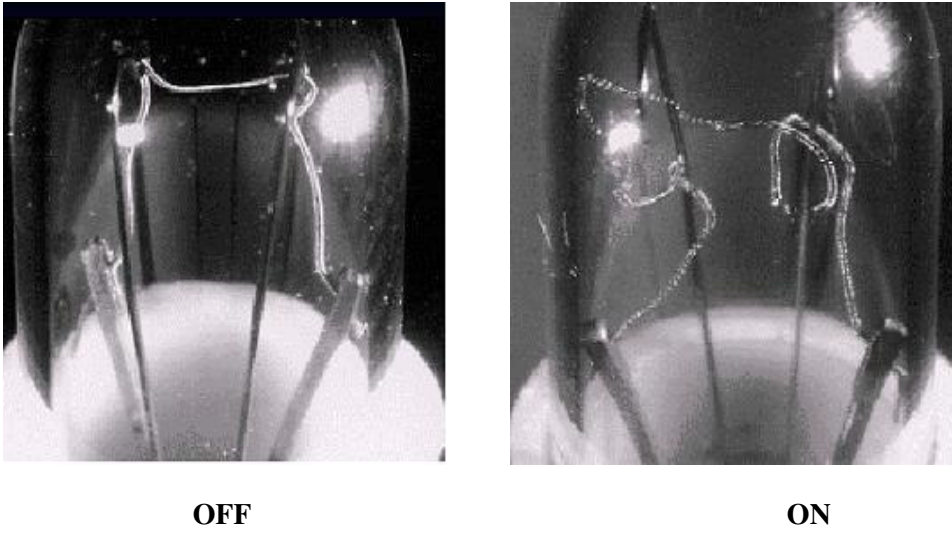


**Şekil 1.37** Lambanın Yapısı (Galler ve ark.1995).

Hava araçlarında çok çeşitli tipte lambalar kullanılıyor olmasına rağmen sıklıkla kullanılan üç çeşit lamba vardır. Bunlar tek sargılı destekli, tek sargılı desteksiz ve çift sargılı destekli tipte olan lambalardır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı tek sargılı tel ve iki destek teli şeklinde olan tiptir. Ana üreticiler tarafından tel için kullanılan madde %99.98 oranla tungstendir. Bununla beraber materyalin özellikleri mikro düzeyde yapısal farklılıklar ve üretim proseslerindeki farklılıklardan dolayı geniş çeşitlilik göstermektedir (Poole ve Vermij, 1995).

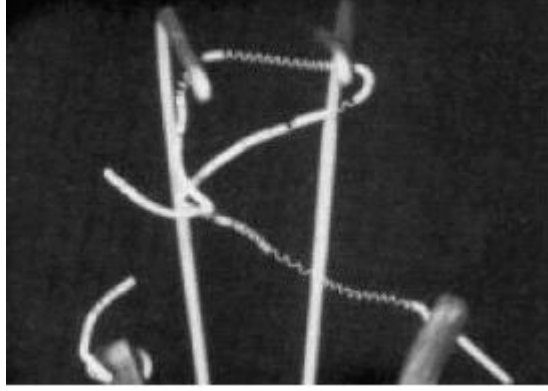
**1.7.13.4. Lambanın Uçuş Hattına Göre Pozisyonu:** Çarpma sonrası lamba elemanlarının davranışı üzerinde etkili olan diğer bir konu lambanın oryantasyonudur. Meydana gelen “G” kuvvetleri lamba eksenine dik ya da paralel olduklarında tungsten tel ve destek telleri üzerinde farklı miktarda etki meydana getirirler. Çarpma kuvvetlerinin etkisiyle destek tellerinde meydana gelen hareketin, özellikle titreşimin, tungsten telin davranışı üzerinde çok büyük etkileri vardır. Yapılan testlerde destek telleri üzerinde meydana gelen en şiddetli etkilerin, çarpma kuvvetlerinin yönünün destek telleri düzleminde ve destek tellerine dik bir pozisyonda olduğunda meydana geldiği görülmüştür (Poole ve Vermij, 1995; Heaslip ve ark. 1983).

**1.7.13.5. Voltaj:** Kullanılan lambalar genellikle 110V, 28V, 24V, 5V vb.gibi belirli voltajlar altında çalışmak için dizayn edilmişlerdir. Lambaya uygulanan voltaj tungsten tel üzerinde destek telleri ile birleşen kısmı hariç 1500-1700 °C' lik bir ısı meydana getirir. Destek teli kısmında ısı biraz daha düşüktür. Lamba tellerinin çarpma kuvvetlerinin etkisi altındaki davranışı o anda sistemdeki voltaj miktarına göre değişmektedir. Voltaj ne kadar yüksekse ısı o kadar fazla olacak çarpma kuvvetlerinin etkisi altında sünme miktarı artacaktır. Voltaj olmadığında ise tel soğuk ve kırılğan bir davranış sergiler. Buna göre sıcak bir tel çarpma kuvvetlerinin etkisiyle daima deformasyona uğrarken soğuk bir tel genellikle deformasyona uğramaz. Şekil 1.38'de çarpma esnasında sönük ve yanık durumda olan lambalar arasındaki fark görülmektedir (Heaslip ve ark. 1983; Poole ve Vermij, 1995).



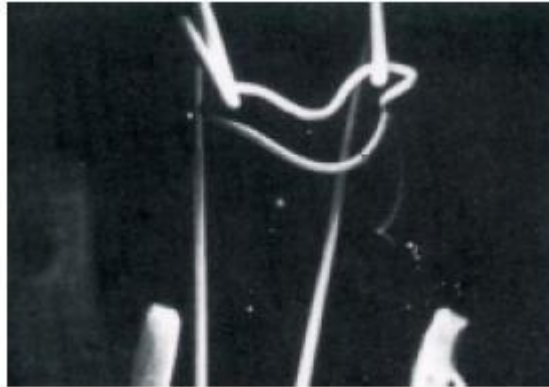
**Şekil 1.38** Çarpma Esnasında Sönük ve Yanık Olan Lambaların Farkı (Poole ve Vermij,1995).

Çarpma sonrası tel sargılarının normal şeklini koruduğu deformasyona “genel deformasyon” sargıların açıldığı duruma ise “lokal deformasyon (uzama)” denir. Sıcak bir telin şiddetli bir çarpma kuvvetine maruz kalmasında genellikle iki veya daha fazla parçanın birbirine temas etmesiyle kısa devre meydana gelir ve tel yanar. Telin yanması kısa devre sebebiyle olabileceği gibi yüksek voltaj ve yaşlanma sebebiyle de olabilmektedir (Heaslip ve ark. 1983; Poole ve Vermij, 1995). Şekil 1.39'da kısa devreden dolayı hem lokal hem de genel deformasyona uğramış bir tel görülmektedir.



**Şekil 1.39** Kısa Devre Dolayısıyla Oluşan Genel Ve Lokal Deformasyon (Poole ve Vermij, 1995).

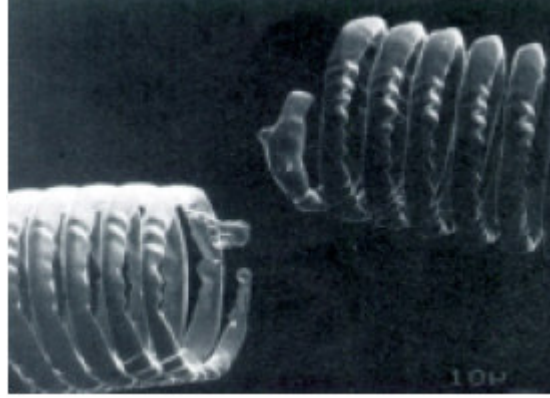
Çarpma kuvvetleri sebebiyle görülen deformasyonlardan başka elektrik sistemindeki bir arızadan dolayı da telin yanması söz konusu olabilmektedir. Bu tür yüksek voltaj kaynaklı yanmalarda deformasyon görülmez fakat kontak tellerinin birisi ya da her ikisinde tipik kırıklar (Aneurism) meydana gelir. Şekil 1.40'ta yüksek voltaj sebebiyle her iki kontak telinin bulunduğu kısımdan kırılan bir tel görülmektedir.



**Şekil 1.40** Yüksek Voltaj (Poole ve Vermij, 1995).

Bir diğer yanma da telin ciddi anlamda yaşlanması nedeniyle meydana gelebilir. Bunun örneği de Şekil 1.41'de gösterilmiştir. Bu şekilde, yanma sebebiyle

meydana gelen kırıklarda tipik olarak görülen yuvarlaklaşmış uçlar (aneurizm) görülmektedir (Heaslip ve ark. 1983; Poole ve Vermij, 1995).



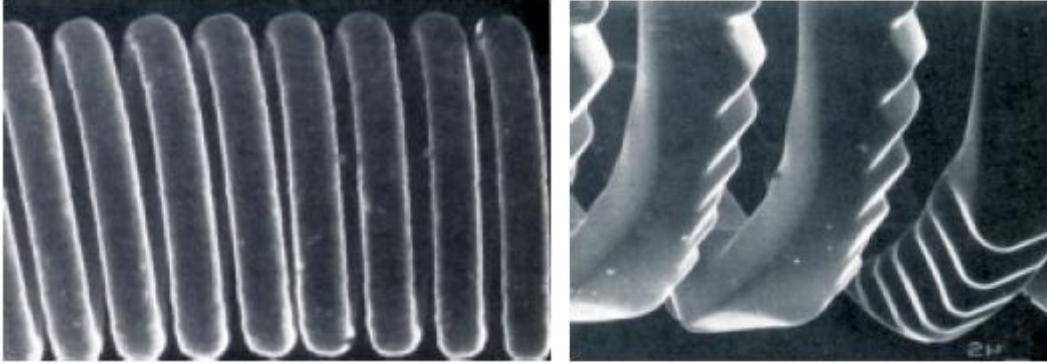
**Şekil 1.41** Yaşlanmadan Kaynaklanan Yanma ve Yuvarlak Uçlar (aneurizm) (Poole ve Vermij, 1995).

**1.7.13.6. Telin Yaşlılık Derecesi:** Lambalar telin üzerindeki voltaj, akım, sıcaklık ve titreşimden dolayı zamanla özelliklerini kaybetmeye başlarlar. Bu durum “yaşlanma” olarak adlandırılır. Tungsten tele D.C Voltajı uygulandığında iki önemli yaşlanma süreci meydana gelir. Birincisi tel içerisindeki belli bazı kristaller küçük kristalleri yok ederek büyürler. Bunun sonucunda genel anlamda kristal sayısında azalma ve sağlamlıkta azalma meydana gelir. İkincisi ise tel içerisindeki tungsten iyonları belli kristal düzlemlerine doğru hareket etmeye başlarlar ve bu durum “çentiklenme” olarak görülür.

Çentiklenme DC akımın, tel üzerinde hep aynı istikamet ve şekilde akması dolayısıyla meydana gelir ve zamanla telin yuvarlak ve düzgün kesidi testere dişi gibi bir şekil almaya başlar (Galler ve ark.1995, p.38). Çentiklenme sıcaklığın daha düşük olduğu kontak ve destek tellerinin çevresi hariç tungsten tel boyunca görülür. Çentiklenmenin şiddeti zaman içerisinde artar ve lokal olarak tel kesidi yavaş yavaş inceler. Bu kristal yapıdaki değişiklik ve çentiklenme zaman içerisinde tungsten telin dayanıklılığını azaltır. Böylece çarpma şiddeti sonucu lamba sıcak ya da soğuk olsun bu derin çentiklerde derhal kırılma meydana gelir Çentiklenmedeki gelişme uygulanan voltajın bir sonucu olup voltaj azaltılarak süreç uzatılabilir ya da arttırılarak hızlandırılabilir. Sisteme A.C (Alternatif



Akım) voltaj uygulandığında ise destek ve kontak tellerinin çevresi hariç çentiklenme olmamaktadır (Poole ve Vermij, 1995). Şekil 1.42’de normal bir tel ile çentiklenmiş bir telin büyütülmüş görüntüleri görülmektedir.



**Şekil 1.42** Normal Tel ve Çentiklenmiş Tel (Poole ve Vermij, 1995).

Herhangi bir lambanın gözle ON ya da OFF olduğuna karar verilirse bu durum laboratuvar analiziyle de teyid edilmelidir. Tungsten telin davranış şekli tam olarak kestirilemese de bazı durumlarda bu tel lambanın cam muhafazasına çarpacak kadar sünebilmektedir. Bu durumda camda bir yanık izi bırakır ve bu durum lambanın çarpma esnasında çalıştığına dair güzel bir ipucu oluşturur. Ya da camı eriterek telin üzerinde küçük bir cam eriyiğinin kalmasına sebep olur ki bu da yine güzel bir delildir. Bununla birlikte tungsten teli tutan destek tellerinin davranışı da yanıltıcı olabilmektedir. Destek telleri çarpma şiddetiyle eğilip bükülebilirler ya da titreşirler. Sönük durumdaki bir lambada bu etkiler tungsten telin kırılmasına sebep olabilir. Çarpma şiddetiyle cam muhafazanın kırılması ile sistemin içerisine oksijen girer. Normalde sistem vakum halinde olduğu için tel ısıdan kızarmakta fakat yanmamaktadır. Oksijenin girmesiyle tel birden parlar ve yanar. Tungsten tel yandığında yan ürün olarak gri bir toz şeklinde tungsten oksit meydana gelir ve kalan parçalar bu tozla kaplanır. Bu durumun gözlenmesi de çarpma anında bu lambanın yanmakta olduğunun bir delilidir. Bu gri toz her zaman meydana gelmeyebilir. Bazen sadece renk değişimi görülür. Bu değişim de yine lambanın

yanmakta olduğunu gösterir. Eğer renk değişimi hiç görülüyorsa bu durumda lamba sönmüştür diyebiliriz. Eğer cam kısım kırılmış fakat tungsten tel kırılmamış ve sağlam ise bu da lambanın kesinlikle sönmüştüğünü gösterir (Wood ve Sweginnis, 1995).

#### **1.7.14. Kayıt Cihazlarının İncelenmesi**

Günümüzde hava taşımacılığında kullanılan bütün büyük uçaklar ve hava taksi görevlerinde kullanılan büyük turbojetler ilgili havacılık otoritesi tarafından onaylanmış bir Veri Kayıt Cihazı (FDR) ve Kokpit Ses Kayıt Cihazı (CVR) ile teçhiz edilmiş olmalıdır. Avrupa Ortak Havacılık Gereksinimleri (JAR)'ne göre 1 Nisan 2000 tarihinden itibaren kayıtlı bütün ticari hava araçlarında bulunan veri kayıt cihazları dijital tipte olmalıdır.

Kayıt cihazları çoğunlukla bir kaza esnasında hava aracının en az hasar alan kısmı olan kuyruk kısmında ve dik finin altına monte edilirler. Her iki kayıt cihazı da su üzerinde meydana gelen kaza kırılımlarda yerlerinin tespitini kolaylaştırmak amacıyla Sualtı Konum Sinyal Sistemi(ULB) ile teçhiz edilmiştir. "Pinger" olarak adlandırılan cihaz suya gömüldüğü anda harekete geçerek özel bir cihaz yardımıyla tespit edilebilen 37,5 KHz frekansında akustik bir sinyal yayımlar. Cihaz 14.000 feet'e (4267 m) kadar olan derinliklerden bu sinyali yayımlayabilir. Meydana gelen bir kazayı takiben her iki kayıt cihazı da kaza mahallinden alınarak işleme tutulmak üzere ilgili kuruluşların laboratuvarlarına gönderilir. Özel bilgisayar ve ses cihazları kullanılarak kayıt cihazlarındaki bilgiler alınır ve anlaşılır bir hale getirilir. Soruşturmayı yöneten kişi bu bilgiyi muhtemel sebep faktörü'nün ortaya çıkarılması amacıyla diğer delillerle beraber değerlendirmeye alır (NTSB, 2005).

**1.7.14.1. Veri Kayıt Cihazları (Kara Kutu) :** İlk veri kayıt cihazları uçuşun 5 temel parametresini çelik veya alüminyum şerit (folyo) üzerine kaydeden cihazlardı. Bunlar analog kayıt cihazlarıdır ve hareketli bir iğnenin şerit üzerinde iz bırakması prensibi ile 4 adet parametreyi kaydederler. Beşinci parametre olan zaman ise ayrıca kaydedilmektedir.

Amerikan Federal Havacılık Kurallarına (FAR) göre analog tip veri kayıt cihazlarının 1969'dan sonra sertifikalandırılmış hava araçlarına takılması yasaklanmıştır. Aynı zamanda 1991'den sonra üretilmiş olan hava araçlarına sertifika tarihine bakılmaksızın dijital veri kayıt cihazı takılması zorunlu tutulmuştur. Kayıt cihazları hava aracı piste kalkış rulesine başladığında ya da yerden teker kestiğinde açılmalı ve hava aracı piste inene kadar da açık bulundurulmalıdır (Wood ve Sweginnis, 1995; FarAim, 2003, p.181).

Avrupa Müşterek Havacılık Kurallarına (JAR) göre ise veri kayıt cihazlarının kaydetmesi gereken parametre sayısı hava aracının yaşına ve ağırlığına göre değişmektedir. Buna göre ağırlığı 27.000 kg. dan fazla olan bir hava aracında bulunan veri kayıt cihazı irtifa, sürat, istikamet, akselerasyon, yunuslama ve yatış durumu, telsiz gönderme mandalına basılması, herbir motordaki itki ve güç durumu, kaldırma ve sürüklenme aletlerinin konfigürasyonu, hava sıcaklığı, otomatik uçuş kontrol sisteminin kullanılması ve hücum açısından oluşan “temel parametreler” in yanında ana uçuş kontrol elemanları ve trimlerin pozisyonu, mürettebatın kokpitte gördüğü irtifa ve seyrüsefer bilgileri, kokpit ikazları ve iniş takımının pozisyonundan oluşan “ek parametreler” i de kaydetmek zorundadır. Ağırlığı 27.000 kg. ve daha az olan hava araçlarında bulunan veri kayıt cihazları ise yalnızca temel parametreleri kaydetmek zorundadır. Kayıt süreleri ile ilgili kurala göre 1 Nisan 1998'den sonra kayıtlı ve ağırlığı 5700 kg. ve daha az olan bir hava aracındaki veri kayıt cihazı minimum 10 saatlik bir kayıt yapmak zorundadır. Ağırlığı 5700 kg.dan fazla ya da 9'dan fazla yolcu kapasitesi olan bir hava aracındaki veri kayıt cihazı ise asgari 25 saat kayıt yapmak zorundadır. Ağırlığı 5700 kg. ve daha az olan hava araçlarında veri kayıt cihazı ile kokpit ses kayıt cihazı birleşik olabilir (JAA Manuel, p.5-5).

Veri Kayıt Cihazlarından alınan bilgiler yardımıyla uçuşu yeniden canlandıracak bir simülasyon geliştirilebilir. Böylece araştırmacı uçağın pozisyonunu, aletleri, güç ayarlarını ve uçuşun diğer karakteristiklerini görebilir. Bu animasyon araştırma ekibine kazadan önceki son anları görme fırsatı verir. Günümüzde kullanılan veri kayıt cihazlarının teknik özellikleri Tablo 1.6'da gösterilmiştir.

Kayıt Süresi	25 saat süreklİ
Parametre Sayısı	5-300
Çarpma Toleransı	3400Gs/6.5 ms
Yangın Toleransı	1100derece/ 30 dk
Su Basıncı Toleransı	20.000 feet (6100m)
ULB	37.5 Khz
Batarya Raf Ömrü	6 yıl
Batarya Süresi	30 gün

**Tablo 1.6** Veri Kayıt Cihazlarının Teknik Özellikleri (NTSB, 2005).



**Şekil 1.43** Veri Kayıt Cihazı (FDR-Kara Kutu) (NTSB, 2005).

Veri kayıt cihazlarında kayıt işlemi şerit üzerine çizim şeklinde yapıldığından okunması mikroskopik analiz yapılarak bilgilerin bir eğri şekline dönüştürülmesi ile yapılır. Fakat bu şeritlerin okunmasında aynı şeridi okuyan farklı iki uzman farklı sonuçlar ve eğriler çıkarabilmektedir. Bu sebeple optik okuyucu kullanılarak bu işlemin yapılması daha sağlıklı sonuçlar vermektedir. Daha sonraları ise dijital kayıt cihazlarının geliştirilmesi hem verilerin toplanması ve hem de okunması işlemlerini daha hassas bir hale getirmiştir. Bu cihazlarda kayıt ortamı yalıtkan polyester bir şerit (mylar) ve

kaydedilen parametreler de hava aracı üzerindeki ölçülebilen ve dijital forma çevrilebilen herşey olmuştur (Wood ve Sweginnis, 1995). Bu ¼ inç'lik manyetik şerit üzerine saniyede 12 Bit'lik 24 veri kaydedilebilmektedir. Verilerin kaydedilme hızı genel olarak saniyede bir olup dikey hız gibi bazı parametreler saniyede dört defa ve dalış/tırmanış hassas ayarı (pitch trim) gibi bazı parametreler ise saniyede bir defadan daha az bir sıklıkla kaydedilir (14 CFR, 2003, App.B.121.343).

**1.7.14.2. Kokpit Ses Kayıt Cihazları :** JAR kurallarına göre 1 Nisan 1998'den önce kayıtlı ve ağırlığı 5700 kg.dan az olup 9'dan fazla yolcu kapasitesine sahip olan veya ağırlığı 5700 kg.dan fazla olan hava araçlarının ses kayıt cihazları minimum 30 dakikalık kayıt yapmalıdır. 1 Nisan 1998'den sonra kayıtlı ve 9'dan fazla yolcu kapasitesine sahip çok motorlu hava araçları veya ağırlığı 5700 kg. dan fazla olan hava araçlarına ait ses kayıt cihazları ise minimum 2 saatlik ses kaydı yapmak zorundadır (JAA Manuel, p.6-4). Manyetik polyester şerit (mylar) üzerine yapılan kokpit ses kayıtlarının uçuş veri kayıtlarına göre kaydedilmesi ve saklanması oldukça basittir. Bu sebeple Kokpit Ses Kayıt Cihazları (CVR) FDR'lere göre daha fazla hava aracında bulunmaktadır. CVR'lerin çoğunda iki pilotun arasında ve baş üzeri paneline monteli kokpit bölgesi mikrofonu (CAM) bulunur. Bu, telsiz ya da iç konuşma sistemleri üzerinden kaydedilemeyen konuşmaların da kaydedilebilmesi anlamına gelmektedir. CVR'lerin genellikle her bir mürettebat için ayrı bir kanalı olup bu kanallar üzerindeki bütün konuşmalar kaydedilmektedir. Ayrıca kabin anons sistemi de ayrı bir kanaldan kaydedilebilmektedir. Kokpit bölgesi mikrofonları gerçekten gerekli sistemlerdir. Çünkü pilotlar zorunlu olmadıkça kendi aralarında iç konuşma sistemini kullanmaksızın normal konuşma şeklinde konuşmaktadırlar. Ses kayıtlarında kokpit bölgesindeki gürültü, kayıtların arka planlarında oldukça belirgin olarak bulunduğundan yapılan kaydın kalitesi ve güvenilirliği azalmaktadır. Bu durumu düzeltmek amacıyla 70'lerin sonuna doğru havayolu taşımacılığında görevli bütün mürettebatın 20.000 Feet (6100 m) altında kulaklık/mikrofon setini kullanmaları zorunlu hale getirilmiştir. Böylece ses kayıtlarının kalitesi oldukça arttırılabılmıştır. Kokpit içi konuşmaların tek kaydı kokpit bölgesi mikrofonu olduğu durumlarda bu konuşma kayıtlarının analizi mürettebatı şahsen tanıyan ve onların sesini ve aksanını ayırt edebilecek bir grup tarafından yapılır. Kayıtlar grubun

ortak kararına dayanarak kelime kelime çevrilir. Bu durumda kayıt kalitesini arttırmak için arka plandaki gürültüler elektronik olarak bastırılır. Kokpitteki konuşmaların yanısıra arka planda kaydedilen gürültüler de hayati bilgiler verebilmektedir. Kokpit bölgesi mikrofonu motor gürültüsü, anahtarların açılıp kapanma sesleri, ikaz sesleri, pist gürültüsü ve iniş takımı sesleri gibi birçok değişik sesi kaydetmektedir. Bu sesler izole edilerek osiloskop üzerinde kaynağı bilinen bir sesle karşılaştırılır ve sesin nereye ait olduğu tespit edilebilir. Bu sayede kaza incelemecileri örneğin bir motorun dönü hızını (RPM) dolayısıyla çalışma rejimini hesaplayabilmektedir (Wood ve Sweginnis, 1995). Günümüzde kullanılmakta olan kokpit ses kayıt cihazlarının genel olarak teknik özellikleri Tablo 1.7’de gösterilmiştir. :

Kayıt Süresi	30 dak. Sürekli- 2 saat dijital üniteler için
Kanal sayısı	4
Çarpma Toleransı	3400Gs/6.5 ms
Yangın Toleransı	1100derece/ 30 dk
Su Basıncı Toleransı	20.000 feet (6100 m)
ULB	37.5 Khz
Batarya Raf Ömrü	6 yıl
Batarya Süresi	30 gün

**Tablo 1.7** Kokpit Ses Kayıt Cihazlarının Teknik Özellikleri (NTSB, 2005).



Şekil 1.44 Kokpit Ses Kayıt Cihazı (CVR) (NTSB, 2005).

### 1.7.15. Görgü Tanıkları İle Mülakat:

Görgü tanıkları ile mülakat, genel olarak kaza incelemesinde destekleyici bilgilerin elde edilmesini sağlamakla beraber bazı durumlarda da bizi sebep faktörlerine götürecek tek değerli bilgi kaynağı olabilir. Bu sebeple görgü tanıklarının tespit edilmesi ve doğru mülakat teknikleriyle bize lazım olan bilgilerin bu kişilerden alınması oldukça önemlidir.

İsminden de anlaşılacağı üzere bu işlem yalnızca bir mülakat yani kişi ile rahat bir şekilde ve rahat bir ortamda karşılıklı sohbet havasında geçen bir görüşmedir. Asla bir sorgulama değildir. İşi sorgulama havasına sokmak çeşitli sebeplerle insanların kendilerini baskı altında hissetmeleri, sıkılmaları ya da korkmalarına sebep olacağından asla faydalı olmamaktadır. Tanık olunan hadise çoğu zaman trajik olduğundan görgü tanıkları psikolojik bakımdan hassas olabilmektedir. Mülakat sonucunda elde edilen bilgiler zaten bilinen ya da farkında olunan bazı gerçekleri desteklemek, yeni bilgileri elde etmek, şüpheli gördüğümüz bazı bilgileri kesinleştirmek ya da yeni ve fazladan bazı bilgileri elde etmek için soruşturmayı yönlendirmek amaçlarıyla kullanılır (Ellis, 1984, p.60).

Tanıkların verdikleri ifadeler belli bazı değişkenlere göre farklılıklar göstermektedir. Tanıkların yaş durumu bunlardan bir tanesidir. Çocuklar iyi tanıklardır. Keskin bir görüşleri ve mükemmel hafızaları vardır. Hayata dair tecrübe ve bilgileri fazla olmaması dolayısıyla sadece gördükleri şeyleri anlatırlar. Olayı analiz ederek gördükleri şeyler üzerinde tecrübelerine göre yorum yapıp farklı bilgiler vermezler. Bununla birlikte çocuklar çok kolay etki altına alınabilmektedir. Gördükleri şeylerin asla gerçekleşmediğine inandırılabilirdikleri birçok kez kanıtlanmıştır. Ayrıca anlatma ve ifade etmedeki yetersizlikleri de çocuk yaştaki tanıkların diğer bir sorunudur. Bu bakımdan ergenlik döneminde olan tanıklar çok daha değerlidir. Yorum katmadan ve yeterli ifade ve kelime kapasiteleriyle mükemmel tanıklık etmektedirler. Yetişkinler ise oldukça kötü tanıklar olabilmektedirler. Genelde tecrübe ve bilgilerine dayanarak olayı kendi dünyalarındaki “olması gereken” e göre yorumlama ve anlatma eğiliminde olurlar. Mesela çarpma sesini duymadan önce alev topunu gören bir yetişkin size büyük bir ihtimalle uçağın havadayken yanmakta olduğunu söyleyecektir. Bu yüzden yetişkinlerle mülakat yaparken bu kişi havacılık alanında bilgi sahibi bile olsa yapılması gereken sadece ne gördüğünün sorulmasıdır, ne sonuç çıkardığının değil. Çok yaşlı tanıklar ise fiziksel sebeplerden dolayı güvenilir olmayabilirler (Wood ve Sweginnis, 1995).

İnceleyici olay yerine ulaştığında orada hazır bulunan kimselerle hemen mülakat yapmalıdır. Çünkü bu kimseler bir şeyler görmüş veya duymuş olabilirler. Bu kimselerle hemen yapılan görüşme sonucunda uçuş yörüngesi, olaylar ve kaza ile ilgili diğer hususlar hakkında bilgi edinilebilir (Akkaya, 2002, s.54). Görgü tanıklarının tespit edilmesine öncelikle olay yerine ilk ulaşan ve müdahale eden kimselerle başlanmalıdır. Kolluk kuvvetleri ve medya ile ilişkiye geçerek bu kişiler kolaylıkla tespit edilebilir (Wood ve Sweginnis, 1995). Tanıkların tespit edilmesi sadece enkaz alanı ile sınırlı kalmamalıdır. Bazen enkaz mahallinden uzakta olan insanlar da motor arızaları, yapısal bozukluk, kötü hava şartları ve uçuş yangınları gibi hususlarda kritik bilgilere ulaşılmasında yardımcı olabilirler. Olay anında havada bulunan diğer uçuş ekipleri ya da kava trafik kontrol ve kule görevlileri de bazı hadiseleri görmüş ya da duymuş olabilirler (Akkaya, 2002, s.54). Bir tanık bulunduğunda ona hemen olayı başka kimlerin gördüğü de sorulmalıdır. İlginç bir şekilde görgü tanıkları birbirlerini bulma ve olaya ilişkin bilgi



ve görüşlerini paylaşma eğilimindedirler. Bu şekilde birbirlerinin boşluklarını doldururlar. Bu yüzden mümkünse tanıklar birbirlerinden ayrılmalı ve görüştürülmemelidir. Aksi takdirde elimizde aynı hikayeyi anlatan bir sürü kişi bulunacaktır. Tanıklarla ilgili diğer bir sorunsu algılama problemleridir. Bir hava aracı kazasına tanık olan kimseler genellikle zaman konusunda yanlış tahminler yaparlar. Bu ender ve dramatik olay olurken onlara zaman durmuş ve kaza sanki ağır çekimde yaşanmış gibi gelebilir. Bu yüzden zaman tahminlerini olduğundan daha uzun yaparlar. Diğer bir algılama problemi ise tanığın patlama, yanma gibi yalnızca kazanın en dramatik noktalarına odaklanması ve bunun öncesinde ya da sonrasında olan bazı önemli detayları kaçırmasıdır. Unutma da tanıklarda karşılaşılan diğer bir problemdir. Görülen herhangi bir olaydan hemen sonra unutma süreci başlamaktadır. İlk önce ince detaylar unutulur. Tanıklar olay ile ilgili okudukları ya da seyrettikleri haber ve yorumlardan etkilenirler (Wood ve Sweginnis, 1995).

Sorulacak sorularda temel felsefe tanığın sorudan ya da bizim ne duymak istediğimizden etkilenmeksizin sadece bildiklerinin alınmasıdır. Soruların hazırlanmasında iki yol kullanılabilir. Birincisi sorular önceden belli bir sıra dahilinde hazırlanır. İkincisi genel olarak soru sorulacak alanlar tespit edilir. İki yöntemin de avantaj ve dezavantajları vardır. Birinci yöntemin avantajı hiç bir sorunun göz ardı edilmemesidir. Bununla birlikte bu metod tanığın anlattığı bir detay hakkında müteakip soru sorma kabiliyetini azaltabilir. İkinci yöntem ise tanığın anlattıklarına göre esnek soru sorabilme imkanı sağlar fakat bu durumda da sorulması gereken bazı önemli sorular da göz ardı edilebilir (NTSB Manuel, 2002, p.378).

Mülakat mümkün olduğunca olayın üzerinden zaman geçmeden yapılmalıdır. Mümkünse tanık olayı gördüğü noktaya götürülür. Eğer bu mümkün değilse mülakat tanığın evi ya da kendini rahat hissedeceği bir ortamda yapılmalıdır. Görüşme varsa video, teyp ya da başka kayıt cihazları ile kaydedilmeli bunlar yoksa tanığın söyledikleri şeyler not alınmalıdır. Küçük bir maket alınarak görüşmeye götürülürse oldukça faydalı olur. Mülakat bittiğinde kaydedilen görüşme başa sarılarak tanığa dinletilmelidir. Böylece tanığın kayıt ile ilgili endişeleri azalır, bize tanığı rahatsız etmeden notlar alma

imkanı doğar ve tanığa kaydı durdurma ve olayla ilgili belirtmediğini fark ettiği bazı detayları belirtme şansı verilmiş olur (Wood ve Sweginnis, 1995; SCSI Manuel, 2001, p.43-47).

### **1.7.16 Su Üzerinde Meydana Gelen Kazalar**

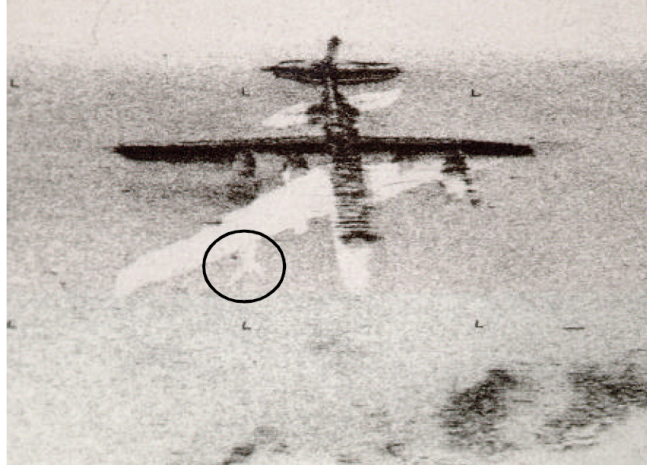
Dünya yüzeyinin büyük kısmı sularla kaplı olup günümüz hava araçlarının arttırılmış menzilleri dolayısıyla bu sular üzerindeki uçuş sayısı oldukça artmıştır. Sular üzerinde kara parçalarının sınırlı miktarda olması dahası bunlardan inişe müsait olanların ise oldukça sınırlı olması, birçok hava meydanının da deniz, göl ya da okyanus gibi yerlerin yakınlarında olması dolayısıyla gerek seyrüsefer gerekse kalkış veya iniş esnasında bu tür kaza ya da olaylara rastlanması ihtimali eskiye oranla daha fazladır (Ellis, 1984, p.68).

Suda meydana gelen kazalarda eğer hava aracı yeteri kadar hızlıysa su katı bir cisim gibi davranarak aracın parçalanmasına sebep olur. Hız çok düşük olduğunda ise hava aracı çoğunlukla bütün olarak batacaktır. Suya çarpmalarda enkaz dağılımı açısından çarpma açısının yanında bir de dalgaların etkisini dikkate almak gerekecektir. Deniz, okyanus, göl ya da nehir tabanındaki enkazın dağılım şekli havada parçalanma durumları dışında aslında fazla bir anlam taşımamaktadır. Çünkü dağılım şekli derinlik, akıntılar ve parçaların yüzme ya da batma özelliğiyle doğrudan ilişkilidir. Ana enkazdan oldukça uzak bir mesafede bulunan bir parça havada parçalanmanın bir göstergesi olarak değerlendirilebilir (Wood ve Sweginnis).

Su üzerinde meydana gelen hava aracı kazalarında arama kurtarma çalışmaları karada meydana gelen kazalara oranla farklılıklar göstermektedir. Su altı koşullarının insan fizyolojisini zorlayan tabiatının yanında kurtarma platformları ve inceleme ve araştırma personelinin maruz kaldığı su üzerindeki meteorolojik koşullar ve rüzgar hızındaki değişiklikler çalışmaları oldukça zorlaştırabilmektedir. Fırtına veya kasırga gibi olumsuz koşullar bazen kurtarma çalışmalarının ertelenmesine sebep olmaktadır. Bu tür kazaların incelenmesindeki diğer bir farklılık ise inceleme sürecinde robotların

kullanılmasıdır. Bir diğerk önemli husus ise kurtarma platformları olarak gemilerin kullanılması ve dolayısıyla karada kullanılabilcek diğerk kolaylıklardan uzak bulunmasıdır. Bununla beraber ne çeşit bir bölgede meydana gelirse gelsin su üzerinde meydana gelen bir kaza incelemesinde dikkat edilmesi gereken bazı önemli hususlar vardır. En önemli husus hızlı müdahaledir. Hava araçlarında bulunan veri kayıt cihazlarındaki akustik sinyal gönderen pinger'in birkaç hafta ile kısıtlı bir ömrü vardır. Maalesef birçok kurtarma faaliyetinde, zayıf planlama ve koordinasyonsuzluk yüzünden tam verimli bir çalışma ortamının oluşturulması bazen bir haftayı bulabilmektedir. Bir diğerk önemli faktör de suyun hava aracı parçaları üzerinde paslanmaya (korozyon) sebep olmasıdır (Fish, 2001).

**1.7.16.1. Enkazın Sualtındaki Durumları:** Hava aracının tek parça olarak suya gömüldüğü durumlar nadir olmakla beraber rastlanabilmektedir. Su üzerine kontrollü bir iniş yapılması ya da su üzerine düzgün bir süzülüş açısı ile gelmesi durumlarında bazen enkaz bütün olarak kalabilmektedir. Böyle bir enkaz parçalanmış olan enkazlara nazaran daha kısa süre ve daha kısa mesafeler içerisinde bulunabilmektedir. Şekil 1.45'te Washington Gölü'ne düşmüş olan bir bombardıman uçağına ait sonar görüntüsü görülmektedir. Şekilde uçak tek parça halindedir (Fish, 2001).



**Şekil 1.45** Bütün Enkaz (Fish, 2001).

**1.7.16.2. Araştırma Safhaları:** Su üzerinde meydana gelen kazalarda başarılı bir araştırma çalışması belirli safhalardan oluşur. Her bir safhada yapılacak görevlendirmeler kazanın cinsi (havada parçalanma, suya kontrollü iniş, yalnızca belli parçaların kaybı vb.), suyun derinliği, kaza bölgesine kıydan ulaşım imkanları, hava aracı tipi ve kargo gibi değişkenlere göre farklılıklar göstermektedir. Genel olarak arama kurtarma faaliyetleri 6 safhaya ayrılmaktadır. Bunlar; planlama, enkazın yerinin belirlenmesi, kayıt cihazlarının yerinin belirlenmesi, kayıt cihazlarının çıkarılması, hava aracı parçalarının çıkarılması ve insan kalıntılarının çıkarılmasıdır (Fish, 2001).

**1.7.16.2.1. Planlama Safhası:** Eğer kazanın olduğu bölge bilinmiyorsa ilk başvurulacak kaynak resmi radar kayıtlarıdır. Eğer bu kayıtlar tutuluyorsa bu bilgiler araştırılması gereken bölgeyi oldukça azaltmaktadır. Eğer su üzerinde yüzen enkaz parçalarına rastlanmışsa bu parçaların tipi, konumu ve görüldüğü zaman soruşturma açısından önemlidir. Bu bilgiler “hidcasting” adı verilen bir çeşit geriden kestirme metodu ile su üzerindeki enkaz parçalarının hareketlerine göre enkaz konumunun belirlenmesi için kullanılır. 1980’ler ve 1990’ların başında kullanılan bilgisayar tabanlı “hindcasting” çalışmaları enkazın konumunu yaklaşık olarak verirken günümüzde osinografik bilgilerin yeni geliştirilmiş algoritmalarla desteklenmesi sayesinde yüksek doğrulukta tahminler yapılabilmektedir. Planlama safhasındaki diğer bir önemli faaliyet ise mümkün olduğu kadar ilgili uçağa ait hem teknik çizimlerin hem de gerçek parçaların incelenmesidir. Gövdeye ait şemaların ve özellikle motor, kuyruk, iniş takımı gibi ana parçaların ebatlarını gösteren şemaların kopyasının alınması araştırılan parçaların tespit edilme zamanını oldukça kısaltmaktadır.



**Şekil 1.46** Planlama Safhasında, Aranılacak Parça Veya Parçaların Gözden Geçirilmesi (Fish, 2001).

**1.7.16.2.2. Enkazın Konumunun Belirlenmesi:** Enkazın konumunun belirlenmesi için yapılması gereken ilk işlerden birisi su yüzündeki parçalar, görgü tanıklarının ifadeleri ve radar kayıtlarına dayanarak en muhtemel çarpma noktasının tesbit edilmesidir. Konum tespitinde eğer olay bölgesinde su sığ ise (genellikle 60 m'den az) dalgıçların kullanılması faydalı olmaktadır. Daha derin sularda ise su altı video kameraları, sonar ekipmanları, insanlı ya da insansız küçük denizaltılar ve pingir (biykın) sensörleri kullanılarak konum tespiti yapılır. (Doc 9756, 2000) Konum belirlenmesi esnasında hedef bölgesinin detaylı haritası çıkarılmalıdır. Arama çalışmaları esnasında kullanılacak patern, planlama safhasında hedef bölgesinin ne kadar daraltıldığına bağlıdır. Mesela hedef bölgesi önemli ölçüde küçültülmüşse genel araştırma paterni yerine belli parçalara yönelik hedef öncelikli patern kullanılır. Enkazın yeri belirlendikten sonra süratle detaylı akustik haritalama işine başlanmalıdır. Bu haritalama çalışması enkaz alanı içerisinde belirli parçaların bulunması açısından hayati öneme haizdir (Fish, 2001).

Enkazın haritası çıkarıldıktan sonra hemen kayıt cihazlarının sinyal sistemlerinin çalışıp çalışmadığına bakılmalıdır. Kayıt cihazlarının yerlerinin tespit edilmesinden sonra sıra dalgıçlar ya da robotlar yardımıyla yapılacak operasyona gelir. Eğer kayıt

cihazlarının biykin sistemleri hala çalışıyorsa dalgıcın elindeki ya da robot üzerindeki sensörler yardımıyla cihazlara kolayca ulaşılabilir (Fish, 2001). Kayıt cihazları su yüzeyine çıkarıldıktan sonra derhal mümkünse temiz su içerisinde bir kaba konularak muhafaza altına alınmalıdır ve kesinlikle kurutulmamalıdır. Paketleme işlemi su içerisinde plastik bir kaba konularak da yapılabilir (NTSB Manuel, 2002, p.51). Kayıt cihazları su yüzüne çıkarıldıktan sonra yerine göre müteakip kurtarma çalışmalarının yapılmasına gerek bırakmayacak bilgileri verebilirler. Bu durumda enkaz çıkarma işlemi iptal edilir.

**1.7.16.2.3. Enkaz Parçaların Çıkarılması:** Çalışmanın bu safhasında da derin sularda robotlar kullanılır fakat bu safhadaki asıl önemli ekipmanlar daha büyük destek gemileri, uzun kablolar, duba ya da sentetik köpük gibi kaldırma elemanları ve vinçlerdir. Sığ sulardaki kurtarma çalışmaları oldukça basit olup derinlik arttıkça işler daha da karmaşılaşmaya başlamaktadır (Fish, 2001).

Enkazın su yüzeyine çıkarılmasından önce ilgili personel enkazda minimum zayıata sebep olacak şekilde kanca, zincir ve kabloların gövde veya ilgili parçalar üzerinde takılması gereken yerler veya nasıl takılacağı konusunda bilgilendirilmiş olmalıdır. Bu konuya ilişkin olarak mümkünse gövde ya da motor üreticisi ya da işletmecilerinin yardımına veya nezaretine başvurulmalıdır (NTSB Manuel, 2002, p.52). Enkaz parçalarının tuzlu suya karşı gösterdikleri tepki üretildikleri malzemeye göre değişmektedir. Magnezyum parçalar tuzlu suya karşı oldukça hassas olup süratle korozyona ve bozulmaya uğrarlar (Dole, p.99). Hava araçlarında kullanılan alüminyum ve diğer birçok malzeme ise tuzlu suya karşı oldukça dayanıklıdır. Meydana gelen bir DC-9 kazasından oniki yıl sonra su yüzüne çıkarılan alüminyum parçalarda çok az korozyon etkisinin görüldüğü örnekler bulunmaktadır. Bununla birlikte enkazın su yüzeyine çıkarılmasıyla birlikte parçalar hızlı bir şekilde korozyona maruz kalırlar. Oksijenle temasla birlikte başlayan bu korozyon oluşumunu önlemek için gerekli solvent uygulaması süratle yapılmalıdır. Bunun planlaması önceden yapılmış olmalıdır (Doc 9756, 2000).

Enkazın su yüzeyine çıkarıldıktan sonra destek gemisine kaldırma işlemi su yüzeyine kadar olan kaldırma işlemine göre çok daha yavaş ve hassas yapılmalıdır. Gövde ve kanat gibi çeşitli kısımlara dolmuş olan suyun akmasına izin vererek enkazın hafiflemesi sağlanmalıdır. Aksi halde ağırlık sebebiyle su üzerinde parçalar tekrar kırılarak zaman ve delil kaybına sebep olabilir (Ellis, 1984, p.69).

**1.7.16.2.4. İnsan Kalıntılarının Çıkarılması:** İnsan kalıntılarının çıkarılması genellikle sığ sularda meydana gelen kazalarda uygulanmaktadır. Kaza soruşturması açısından önemli bir faktör olmamasına rağmen yine de bu çalışma yapılmalıdır. Bu çalışma parça çıkarılması kadar sıradan bir iş olmayıp enkazın batma zamanı ve ortam sıcaklığı önem arz etmektedir. Bununla beraber enkaz bölgesinin net bir şekilde tespit edilmesi ve uzun araştırmalar yapılmasına rağmen insan kalıntılarında rastlanmama şansı da bulunmaktadır (Fish, 2001).

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada niteliksel araştırma metodu ve toplanmış veri analizi metodu kullanılmıştır. Hava aracı kazalarına ilişkin literatürde kullanılan terim ve tanımlamalar açıklanmış, genel kaza ve ölüm oranları istatistikleri incelenmiştir. Dünyada ve Türkiye’de meydana gelen hava aracı kazaları, ölüm oranları ve kaza genel sebep faktörlerine kısaca değinilmiş, Türkiye’de ve dünyadaki kazalara ait istatistiki bilgiler incelenerek yorumlanmış ve buradan hareketle kaza inceleme tekniklerinin önemi vurgulanmıştır. Daha sonra kendisine kaza inceleme görevi verilen bir pilot, teknik görevli veya uzmanın kaza mahallinde dikkat etmesi gereken hususlar, inceleme teknik ve yöntemleri açıklanmıştır.

Çalışma yapılırken havacılık ve kaza inceleme tekniklerine yönelik olarak yazılmış bulunan basılı ya da elektronik ortamda veya internette bulunan eserler taranarak incelenmiştir. Özellikle kaza inceleme teknikleri konusunda yıllardır önemli çalışmalar yapan ve bu konularda dünya önderliğini de yapmış olan Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Avustralya resmi kaza inceleme birimlerine ait el kitapları, ders notları, teknik yayınlar ve kaza inceleme çeklistleri incelenerek bu hususta çalışma yapacak birimler için gerekli olan bilgiler çalışmaya dahil edilmiştir. Ayrıca Türkiye’de hava aracı kazalarında soruşturma için yetkili kılınan Ulaştırma Bakanlığı’na bağlı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Kaza İnceleme Birimi yetkilileriyle görüşülerek ülkemizde hukuksal ve teknik süreçlerin nasıl işlediğine dair bilgiler alınmış ve bu süreçler diğer ülkelerdeki süreçlerle birlikte belirtilmiştir. Ayrıca ülkemizde kaza incelemelerinin yasal dayanağı olan 2920 Sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu ve Sivil Hava Araç Kazaları Soruşturma Yönetmeliği (SHY-13) de incelenerek yasal ve idari süreçler hakkında bilgiler verilmiştir.



### 3. BULGULAR

Hava aracı kazaları çok sık meydana gelmeyen fakat meydana geldiğinde ise oldukça trajik sonuçlar doğurabilen hadiseler olduğundan her zaman toplumun büyük ölçüde ilgisini çeken, havayolu ile seyahat konusunda insanları korku ve paniğe sürükleyen hadiselerdir. Her kazanın kendine has özellikleri olup bu kazaların dikkatli ve özenli ve bazen yıllar süren incelemeleri neticesinde aynı türden hadiselerin tekrar yaşanması önlenmektedir. Bu sebeple hava aracı kaza inceleme tekniklerinin önemi çok büyüktür. Bu özverili çalışmalar sayesinde hava araçları, hava trafik kuralları ve havayolu seyahatleri her geçen gün daha da emniyetli bir hal almaktadır. Kazalardan çıkarılan sonuçlar ve alınan dersler sayesinde hava araçlarının yapılarında, kullanılan malzemelerde, dizaynlarında, havacılık kurallarında değişiklikler yapılmakta ve bu değişikliklerle kaza oranları daha düşürülmekte ve aynı zamanda hayatta kalma oranları da yükseltilmektedir. Tablo 3.1’de 1930 ile 2004 yılları arasında meydana gelen kazalarda hayatta kalma oranları gösterilmektedir. 1930’lu yıllarda bir kazada hayatta kalma şansı %18 iken 2004 yılına gelindiğinde bu oran %32’ye çıkmıştır. Bu da bize hava seyahatlerinin daha emniyetli ve güvenli bir ortamda sürdürülmesi için harcanan çabaların pozitif sonuçları olduğunu açıkça göstermektedir.

Kazalarda Hayatta Kalma Oranı	
Periyot	Hayatta Kalma %
1930-1940	18
1940-1950	23
1950-1960	22
1960-1970	21
1970-1980	24
1980-1990	33
1990-2004	32

**Tablo 3.1** Kazalarda Hayatta Kalma Oranı (Planecrash Info Database, 2005)

Meydana gelen bir hava aracı kazasından sonra hemen bir kaza inceleme faaliyeti başlatılır. Kaza incelemesiyle görevlendirilmiş bir ekipteki personelin ilk karşılaşacağı ve çalışmalarını yapacağı yer bir kaza mahallidir. Adli bir olay yeri incelemesiyle kaza mahallinin incelenmesi arasında büyük benzerlikler bulunmaktadır. Bunlar genel olarak olay yerinin emniyet altına alınması, delillerin tespit edilmesi, toplanması ve incelenmesi, krokilerin çizilmesi ve fotoğrafların çekilmesi, görgü tanıkları ile görüşmelerin yapılması, yangın ya da patlamaya ait belirtilerin incelenmesi gibi hususlardır. Fakat kaza incelemelerinde aranan “suçlu” teknik nedenler, meteorolojik faktörler, yapısal arızalar, idari kusurlar ve insan hatalarından oluşan “sebepl faktörleri” ‘dir. Sebepl faktörlerinin net bir şekilde değerlendirilmesi iyi bir olay yeri inceleme yapılmasıyla sağlanabilir. Kaza mahalli tehlikelerle doludur. Bunlar genel olarak, yangın, patlama, kimyasal ve biyolojik tehlikeler ve hava aracında kargo olarak taşınan radyoaktif materyallerdir. Bu tehlikelerin yalnızca kaza inceleme görevlisi değil aynı zamanda kurtarma ve yardım için görevlendirilen resmi kuruluşlar ve kolluk kuvvetleri tarafından da bilinmesi ve ayrıca halkın da bilgilendirilmesi son derece önemlidir. Bu sebeple kaza inceleme otoriteleri bu birimlerle önceden koordinasyon yapmalı ve onları bilgilendirmeli ve kritik konularda eğitilmelerine yardımcı olmalıdır. Kazanın meydana gelmesiyle beraber soruşturma otoritesi ve kolluk kuvvetleri bölge halkını bu tehlikelere karşı derhal uymalıdır. Kaza mahalli süratle emniyet altına alınarak yetkisiz ve izinsiz kimselerin bölgeye girmesi engellenmelidir. Bilgisiz görevliler ya da meraklı kalabalık yüzünden birçok değerli delil kaybolabilmektedir. Bu sebeple kaza inceleme görevlileri ya da kolluk kuvvetleri kaza mahallinde nasıl hareket edeceklerini ve nelere dikkat edeceklerini çok iyi bilmelidir. Bu konunun iyi bilinmesi kaza kurbanlarının kimliklendirilmesi açısından da hayatidir. Çünkü meydana gelen kazalar çok şiddetli olabildiğinden kimliklendirme hususu da kolay olmamaktadır. Bu sebeple dikkatsiz hareketlerle bu konu daha da zor bir hale getirilmemelidir.

İyi bilinmesi gereken başka bir husus da delillerin tespit edilmesi ve toplanmasıdır. Hava aracı kazalarında bazı önemli delillerin hızla kaybolabileceği bilinmeli ve gerekli tedbirleri almak için önceden hazırlıklı olunmalıdır. Bu sebeple fotoğraflama, diyagram ve krokilerin çizimleri hakkında bilgi sahibi olunması önemlidir.

İyi bir kaza incelemesi yapabilmek için bütün hava araçlarının sistemleri ve teknik özellikleri konusunda detaylı bilgi sahibi olunmasına gerek yoktur. Fakat iyi bir incelemeci hidrolik, elektrik/elektronik ve pnömatik sistemler hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Bir sistem hakkında genel bir bilgiye sahip olan incelemeci ilgili hava aracının teknik yayınlarına başvurarak o hava aracının sistem mantığına ve çalışma prensiplerine süratle adapte olabilir.

İnceleme görevlisi tarafından iyi bilinmesi gereken diğer bir husus ise görgü tanıklarının tespit edilmesi ve mülakatların yapılmasıdır. Tanıkların nasıl tespit edileceğinin bilinmesi, onların ruh halleri ve psikolojik durumlarının ya da birbirleriyle görüşmelerinin verdikleri ifadelere direkt olarak yansıtacağı farkında olunması gerekir. Uygun mülakat tekniklerinin kullanılması diğer inceleme teknikleri ile elde edilemeyecek hayati bilgilere ulaşılmasını sağlayacaktır. Çalışmada elde edilen bulgular ışığında iyi bir kaza incelemesi ve olay yeri incelemesi için dikkat edilmesi ve önemle üzerinde durulması gereken hususlar aşağıda gösterilmiştir:

1. İyi bir organizasyon ve planlama
2. Kazanın türüne ilişkin olarak iyi bir inceleme ekibi teşkil edilmesi
3. Kaza inceleme kiti ve gerekli tüm araç gereçlerin tam ve eksiksiz olay yerine götürülmesi
4. Yerel otoriteler ve medya ile iyi bir işbirliği ve koordinasyon sağlanması
5. Olay yerinin emniyet altına alınması
6. Enkaz tehlikelerinin bilincinde olunması ve gerekli önlemlerin alınması.
7. Yaralı ve ölümlere müdahalede dikkat edilmesi gereken hususların farkında olunması.
8. İyi bir ön tespit gezisi yapılarak ilk izlenimlerin alınması
9. Kaybolacak ya da bozulacak delillerin süratle tespit edilerek kontrol altına alınması.
10. Veri kayıt cihazlarının süratle bulunarak kontrol altına alınması.

11. İyi bir fotoğraflama çalışması ve enkaz envanterinin çıkarılması.
12. Kaza inceleme diyagramlarının çizilmesi
13. Enkaz krateri ve arazideki diğer deliller incelenerek çarpma pozisyonu, sürat ve çarpma açısının belirlenmesi.
14. Uçuş ve yer yangınlarının birbirinden ayırt edilmesi.
15. Patlamalara ait belirtilerin incelenmesi
16. Motor incelemelerinin yapılarak çarpma anındaki motor gücünün tespit edilmesi.
17. Sistemlerin dikkatli bir şekilde incelenerek kazaya sebep olacak unsurların olup olmadığının tespit edilmesi.
18. Kokpit gösterge ve aletlerinin incelenmesi.
19. Lamba analizi yoluyla kaza esnasında yanan ikaz ve malumat ışıklarının tespit edilmesi.
20. Görgü tanıkları ile doğru mülakat tekniklerini kullanarak mülakat yapılması ve kazayı aydınlatmaya yardım edecek hayati bilgilerin elde edilmesi.
21. Su üzerinde meydana gelen kazalarda zaman faktörünün dolayısıyla hızlı müdahalenin kritik olduğunun bilinmesi, korozyon ve tuzlu su gibi koşulların parçalar ve özellikle veri kayıt cihazları üzerindeki negatif etkilerinin farkında olunması ve gerekli önlemlerin alınması.

#### 4. TARTIŞMA

Havacılık endüstrisi bütün sektörler içerisinde, uygulanan kurallar, prosedürler ve işletmecilik açısından en global sektörlerden bir tanesidir. Artan talep ve sektördeki hızlı gelişmeler sayesinde havayolu taşımacılığı her geçen gün daha önemli ve daha yoğun bir hale gelmektedir. Havacılık sektöründeki bütün görevliler artan uçuş sayısı ve trafiğine rağmen uçuşları daha güvenilir hale getirmek için yoğun bir şekilde çalışmaktadırlar. Şüphesiz bu görevliler arasında en önemli yeri kaza inceleme görevlileri almaktadır. Yapılan bütün incelemelere ve bu incelemeler doğrultusunda açıklanan tavsiyelere, havacılık kurallarında, eğitim programlarında, işletme prosedürlerinde, hava araçlarının dizaynlarında ve kullanılan malzemelerde yapılan birçok değişikliğe rağmen kazalar yaşanmaya devam etmekte ve bundan sonra da yaşanacağı değerlendirilmektedir. Bunun sebeplerinden bazıları hava araçlarında sürekli yeni ve değişik sistemlerin uygulamaya geçirilmesi, insan kaynaklı bakım hatalarının her zaman olabileceği ihtimali, meteoroloji ve pilotaj gibi konuların kontrol edilemeyen ve her zaman karşılaşılabileceği hadiseler olmasıdır. Bu yüzden kaza incelemeleri sürekli ve dinamik faaliyetlerdir. Gelişen teknoloji sayesinde sektöre yeniliklerin girmesi kaza inceleme tekniklerinin de bu yönde sürekli gelişmesini gerektirmektedir.

Ülkemizde de hava aracı kazaları zaman zaman yaşanmakta ve halkın büyük ilgisini çekmektedir. Bugüne kadar Türk havayolu taşımacılığında meydana gelen kazalar Tablo 4.1’de görülmektedir. Türk yolcu uçaklarının yapmış olduğu bu kazalar arasında 3 Mart 1974’te meydana gelen ve 346 kişinin hayatını kaybetmesiyle sonuçlanan DC-10 kazası dünya havacılık tarihinin en büyük 100 kazası içerisinde ilk sıralarda yerini almıştır. Bu olaya yönelik olarak yapılan kaza incelemesi sonrası kazaya hatalı bir kargo kapısı kilit mekanizmasının sebep olduğu anlaşılmıştır. Kargo kapısı uçuşta açılarak uçakta ani basınç düşmesine sebep olmuş ve bunun sonucunda kargo taban kısmı ve gövde elemanları parçalanarak 6 yolcu ile birlikte uçaktan dışarı fırlamıştır. Bu parçalar iki nolu motoru hasarlandırarak susmasına sebep olmuş aynı zamanda kuyruk bölümünden ve gövdeden geçen kumanda kontrol elemanlarının parçalanmasına sebep

olarak pilotların müdahale etmesini imkansız hale getirmiştir. Uçak daha sonra ormanlık bir alana düşmüş ve 346 yolcu ve mürettebat hayatını kaybetmiştir.

TARİH	UÇAK TİPİ VE İŞLETMECİ	KAZA YERİ	KAZA SEBEBİ	ÖLÜ SAYISI
25 Mart 1950	Douglas DC-3. THY	Ankara	İnişte yere çarpma	15
19 Kasım 1951	Douglas DC-3. THY	Kahire	Son yaklaşımda kum tepesine çarpma	5
25 Eylül 1953	Douglas DC-3. THY	Ankara	Motor Yangını	5
5 Ocak 1954	Douglas DC-3. THY	Lapseki	Tepeye Çarpma	4
3 Nisan 1954	Douglas DC-3. THY	Adana	Belirsiz (Havada kırılma)	25
17 Şubat 1959	Vickers Viscount. THY	Londra	Belirsiz (Havada kırılma)	14
23 Eylül 1961	Fokker F-27. THY	Ankara	Pilotaj	28
8 Mart 1962	Fairchild F-27. THY	Toros Dağları	Pilotaj (Meteorolojik seb.)	11
3 Şubat 1964	Douglas DC-3. THY	Ankara	Pilotaj	3
2 Şubat 1969	Vickers Viscount. THY	Ankara	Pilotaj	-
17 Şubat 1970	Fokker F-27. THY	Samsun	Pilotaj	-
21 Ocak 1972	DC-9-30. THY	Adana	Basınçlandırma Sistemi	1
10 Mayıs 1972	Fairchild F-27. THY	İstanbul	Pilotaj	-
26 Ocak 1974	Fokker F-28. THY	İzmir	Buzlanma	66
3 Mart 1974	DC-10. THY	Fransa	Malzeme (Teknik)	346
30 Ocak 1975	Fokker F-28. THY	Marmara Denizi	Belirsiz	42
20 Eylül 1976	Boeing 727. THY	Karatepe Dağl.	Pilotaj	154
23 Aralık 1979	Fokker F-28. THY	Cüçük Köyü	Pilotaj	41
16 Ocak 1983	Boeing 727. THY	Ankara	Pilotaj	47
27 Şubat 1988	Boeing 727. Talia Airways	Girne	Pilotaj	15
25 Ağustos 1989	Boeing 727. Torosair	Ankara	Fazla Yükleme	-
29 Aralık 1994	Boeing 737-400. THY	Van	Pilotaj (Meteorolojik)	57
6 Şubat 1996	Boeing 757. Birgenair	Dominik Cum.	Pito-statik Sis. Arızası	189
17 Mayıs 1996	Airbus A300. Air Alfa	İstanbul	Yerde yangın çıkması	-
8 Ocak 2003	RJ-100. THY	Diyarbakır	Pilotaj (Meteorolojik)	75

**Tablo 4.1** 1950-2003 Yılları Arasında Türk Yolcu Uçaklarının Yapmış Olduğu Kazalar (Aviation Safety Network, Statistics, 2003).

Bu örnekte görüldüğü üzere hatalı imal edilen küçük bir kilit mekanizması bile çok büyük bir faciaya sebep olabilmektedir. Bu durumda bu hatanın tespit edilmesi ve gerekli tedbirlerin alınması bu tür bir kazanın tekrar yaşanmaması açısından son derece önemlidir. Nitekim kaza incelemesi sonucunda yayınlanan bir değişiklikle ilgili kilit sistemleri yenilenerek daha güvenli bir hale getirilmiştir. Türk ve dünya havacılığında bu gibi birçok kaza yaşanmış ve yapılan incelemeler sonucunda tespit edilen aksaklıklar giderilmeye çalışılmıştır.

Bütün bu kazalardan sonra kaza inceleme tekniklerinin önemi her geçen gün bütün ülkeler tarafından daha iyi anlaşılmakta ve özellikle Amerika ve Avrupa’da resmi kaza inceleme birimlerinin daha fazla geliştirilmesi, yeni geliştirilen teknolojilere hızlı bir şekilde adapte olunması için büyük çabalar sarfedilmektedir. Ülkemizde kaza incelemeleri Sivil Havacılık Genel Müdürlüğüne bağlı kaza inceleme birimleri tarafından yapılmaktadır. Diğer ülkelerle karşılaştırıldığında ülkemizde kaza inceleme faaliyetlerinin yetersiz olduğu görülmektedir. Fakat çeşitli havacılık siteleri tarafından tutulan kayıtlar ve istatistikler incelendiğinde Türk sivil havacılığında kaza oranlarının yüksek olduğu görülmektedir. Avrupa’nın en güvenilir şirketlerinden bir tanesi olan Lufthansa’nın 1970’den 2003’e kadar toplam 7.3 milyon uçuşta yaptığı kaza sayısı 3’tür. Aynı dönemde Türk Hava Yolları’nın yaptığı kaza sayısı 10 ve toplam uçuş sayısı ise yaklaşık 1.1 milyondur (Çavdar, 2003). Yani ülkemizde kaza ve olayların sayısının düşürülmesi ve güvenlik ve eğitimin artırılması için daha fazla yatırım yapılması gerekmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kaza inceleme tekniklerine yönelik olarak ülkemizde yapılan çalışmalar yok denecek kadar az olup konuyla ilgili Türkçe kaynak bulmak neredeyse imkansızdır. Türk Sivil Havacılığında kaza incelemelerinde kullanılacak bir el kitabı, ya da basılı bir prosedür bulunmamaktadır. Bu faaliyetlerde kullanılmak üzere hazırlanmış tek döküman SHY-13 olup bu yönetmelik yalnızca kaza incelemelerinin hukuki ve idari boyutlarını ele almakta, kullanılacak teknik ve yöntemlere, olay yerinde dikkat edilmesi gereken hususlara değinmemektedir. Oysaki Avrupa ve Amerika'daki kaza inceleme otoriteleri, bir kaza meydana gelmeden önce yapılması gereken çalışmalar, planlamalar ve koordinasyonlardan başlayarak kaza sonuç raporunun yayınlanmasına kadar olan süreçte incelemeciler tarafından nelerin yapılması ve nelerin yapılmaması gerektiği hususlarını detaylı bir şekilde anlatan el kitapları hazırlamışlar ve bunları etkin şekilde de kullanmaktadırlar.

Sonuç olarak yukarıda verilen bilgiler ışığında Türk sivil havacılığında kaza inceleme çalışmalarına ağırlık verilmesi gerektiği kaçınılmazdır. Türk sivil havacılığının daha güvenli bir hale getirilmesi için kaza inceleme birimleri kuruluş, organizasyon ve eğitim açısından daha etkin ve verimli bir hale getirilmelidir. Bu maksatla uzman kaza inceleme görevlilerinin yetiştirilebilmesi için bu konuda ülkemizde yapılan çalışmaların ve basılı yayınların artırılması gerekmektedir. Kaza inceleme faaliyetlerine yönelik olarak özellikle en önemli safhalardan birisi olan olay yerinin incelenmesi ve dikkat edilmesi gereken hususları detaylı bir şekilde açıklayan el kitapları hazırlanmalı, olay yerinde inceleme faaliyetinin verimli bir şekilde yürütülebilmesi için kullanılması gereken kaza inceleme çeklistleri oluşturulmalıdır. Örnek olarak önerilen bir kaza inceleme çeklisti aşağıda gösterilmiştir:



## ÖRNEK KONTROL LİSTESİ (CHECKLIST)

### **Kaza Haberi Alındığında:**

- Kaza hakkında genel bilgileri al. (Zaman, Yer, Can Kaybı, Hava aracına ait genel bilgiler vb.)
- Kaza bölgesindeki sıcaklık ve diğer hava durumu bilgilerini al. (Bulut tavanı, yoğunlaşma, buzlanma seviyesi, donma, yerel rüzgarlar, görüş, basınç irtifası vb.)
- Arazi yapısına ilişkin bilgileri al.
- Uçuşla ilgili tüm belge ve kayıtların derhal emniyet altına alınması için gerekli koordinasyonu sağla.
  - Hava Aracı (Bakım Kayıtları, Ağırlık Ve Denge Bilgileri vb.)
  - Mürettebat (Eğitimleri, Uçuş Saatleri, Kişisel Bilgileri vb.)
  - Görev (Uçuş Planı, Manifesto vb.)
  - Hava Durumu. (Olay Zamanında Bölgedeki Hava Durumuna Ait Rapor)
  - Kule-Pilot Konuşma Kayıtları, Radar Kayıtları
  - İkmal Kayıtları (Yakıt, Yağ, Oksijen vb.)
  - Medikal Kayıtlar
- Kazanın türüne göre inceleme ekibini oluştur ve toplanmasını sağla.
- Kaza bölgesi ve iklim şartlarına göre ilk ihtiyaçları belirle. (Haberleşme, ulaşım, mevsime uygun giyecekler ve teçhizat, kaza inceleme kiti)
- Hava aracına ait teknik kitaplar ve uçuş el kitabının temin edilmesini sağla.
- Olay yerine ulaşmış olan ilk müdahale ekipleri ile irtibat kurarak dikkat edilmesi istenilen hususları bildir.
- Önceden tatbikatları yapılmış olan kaza planını devreye sok.

### **Olay Yerinde:**

- Olay yerine ulaşır ulaşmaz ilk müdahale ekiplerinden brifing al.
- Operasyon merkezinin yerini belirle ve kurma çalışmalarını başlat.
- Yaralıların kurtarılması ve ölülerin çıkarılması için gerekli çalışmaları başlat.
  - Yaralılara gerekli tıbbi müdahale ve sevk

- Ölülerin pozisyonlarının kaydedilmesi, fotoğraflanması, otopsi için sevki.
- Yangın söndürme çalışmalarına nezaret et, eşya ve malzemelerin korunmasını sağla.
- Olay yerinin emniyet altına alınmasını sağla. Gereksiz kimselerin girişini engelle.
- Mevcut enkaz tehlikelerini belirle, tehlikeli bölgeleri işaretle.
  - Radyolojik
  - Biyolojik
  - Kimyasal
  - Yangın
- Olay yerine gelinmesinden itibaren yapılan bütün faaliyetlerin not alınmasını sağla.
- İlk müdahale ekipleri de dahil olmak üzere olay yerinde veya civarda olaya tanık olmuş kimseleri tespit ederek gereken şekilde mülakat faaliyetlerinin başlatılmasını sağla. Tanıkların isimlerini, adreslerini ve telefon numaralarını kaydet.
- Medya ile irtibat için ekipten bir görevli seç ve irtibat noktasını belirle.
- Yangın söndürme çalışmaları ve emniyete alma faaliyeti bitince ön tespit gezisine başla.
  - Muhtemel uçuş yolu, çarpma hızı, çarpma açısı
  - Ana parçaların yerleri
  - Havada parçalanmaya ait belirtiler
  - İlk fotoğrafların çekilmesi
  - Kaybolacak delillerin tespit edilmesi.
- Kaybolacak nitelikteki delilleri süratle emniyet altına aldır.
  - Yağ, yakıt, hidrolik numuneleri.
  - Buzlanma belirtileri, yer izleri ve pist koşulları.
  - Gösterge değerleri, anahtar ve kontrol kollarının ve kontrol yüzeylerinin pozisyonları.
- Veri kayıt cihazlarının süratle tespit edilmesini ve emniyete alınmasını sağla.
  - Uçuş veri kayıt cihazı (FDR)
  - Kokpit ses kayıt cihazı (CVR)

- Mmkmnse helikopter ile olay yerinin havadan da keşfinin yapılmasını sağla.
- Fotoğraflama çalışmalarını başlat.
  - İlk önce kaybolacak nitelikteki deliller.
  - Olay yerinin havadan görüntüsü.
  - Enkazın her 45 °’ de bir ve uçuş yolu boyunca görüntüsü.
  - Tanık bakış açısından kaza mahalli.
  - Hareket ettirilecek veya kesilecek parçalar.
  - Ağaç, direk vb. cisimlerdeki hasarlar.
  - Enkaza ait parçaların yakın çekim (close-up) görüntüleri.
  - Anormal ya da garip görülen herşey.
- Kaza inceleme diyagramını iz ve hava aracına ait envanteri çıkmaya başla.
- Yangına ait belirtileri inceleyerek uçuşta bir yangın meydana gelip gelmediğini tespit et.
  - Hava akışının etkileri
  - Yapısal bütünlük
  - Sistemlerin zellikleri
  - Materyallerin fiziksel özelliklerindeki değişimler
  - Yanma ve is paternleri
- İnceleme ekibini fonksiyonel gruplara ayırarak enkaz üzerinde gerekli inceleme faaliyetlerinin başlatılmasını sağla:

### **Motor İncelemeleri:**

#### **Pistonlu Motorlar:**

- G Kısmı
  - Çarpma hasarı ve her bir silindirde önceden meydana gelmiş hasarlar
  - Krank şaftının serbestçe dönüp dönmediği
  - Valflerin ve piston başlarının durumu
  - Patlama ve erken ateşlemeye ait belirtiler
  - Silindirlerdeki sıkıştırmanın tespiti. (Parmak yöntemi)
  - Silindirlerdeki kaçakların tespiti. (Mmkmnse silindire kerosin doldurup ters avirerek kaçakları tespit et.)
  - Motor ve krank şaftındaki aşınmalar.

- Ateşleme ve Egzost Sistemi
  - Ateşleme sistemi blokajı
  - Manyeto ve şaftı, bujiler ve kablolar.
  - Zamanlama ayar çizgileri
  - İmpeller ve Blower'lar (Turbo ya da Süperşarj motorlar için)
  - Karbüratör. (Kontrol ve ısıtma mekanizmaları, buzlanmaya ait belirtiler, hava filtresinin durumu)
  - Egzost borusundaki eğilme ve kırılmalar.
- Aksesuar Kısmı
  - Yakıt pompası (serbest hareket, kırılma bağlantısının durumu vb.)
  - Yakıt kaçakları, enjektör hatlarının durumu, kontrol diyaframları
  - Depodan motora kadar yakıt hatlarının sağlamlığı
  - Yakıt depolarından, hatlardan, pompalardan veya ikmal tankeri ya da tesisinden yakıt numunelerinin alınması
  - Yakıt filtreleri
  - Yağ basınç relief valfinin pozisyonu
  - Yağ cinsi, miktarı ve gerekli numunelerin alınması. Yağ hatlarının durumu
  - Yağ pompası, yağ deposu ve soğutucu sistem.
  - Bujiler.
- Pervaneler
  - Pervane pallerinin durumu ve açıları
  - Pervaneye hareket veren hidrolik, mekanik ya da elektrikli kontroller
  - Pervane governörü
  - Pervane buz önleme sisteminin durumu ve kontrol mekanizmaları

### **Türbinli Motorlar:**

- Giriş Kısmı
  - Toprak, çamur, yabancı madde veya buz emisyonu belirtileri. Kazıntı ve izlerin giriş kısmındaki yeri ve konumu. (Motorun içinden kopup girişe doğru fırlayan bir parça helezonik bir iz bırakabilir)
  - Kuş veya hayvan kalıntıları
- Kompresör Kısmı
  - Rotor kanatçıklarının eğilme şekli, derecesi ve yönü.

- Kanatçıkların ön kısmında veya üstlerindeki kazınma belirtileri
  - Şüpheli kanatçık, disk veya şaft kırıkları
  - Giriş yön kanatçıkları (IGV) üzerindeki hasarlar. Stator kanatçıkları akçuatörünün pozisyonunun incelenerek stator kanatçıklarının pozisyonunun tespiti
  - Anti-ice valfinin pozisyonu
  - Ön yatak civarındaki yağ kaçakları
  - Kompresör RPM'inin ve çarpma şiddetinin belirlenmesi
- Türbin Kısmı
- Görünen bütün kademelerin, kanatçıkların ve statorların durumları
  - Rotor ve stator kanatçıklarının eğilme şekli ve dereceleri, hücum veya firar kenarı hasarları, kazınma belirtileri, kanatçık izleri ve kalıntılar
  - Birinci kademe nozzle guide vane'lerinde aşırı ısınma belirtileri ve metal eriyikleri
  - Arka türbin yatağı bölgesinde kaçak belirtileri
  - Görülebiliyorsa şafttaki burkulma ya da yamulmalar
- Sistemler, Aksesuarlar ve Komponentler
- Motor yağının durumu, dişli kutusundaki manyetik tapalar, yağ hatları
  - Yağ deposu numunesinin motordan alınan daha önceki numunelerle karşılaştırılması
  - Yakıt hatları ve filtreler, pompalar
  - Yakıt kontrol bağlantıları ve yakıt kontrol cihazı içinde yakıt olup olmadığı
  - Yakıt numunesi
  - Motor Bleed-air hatlarının durumları
  - Aksesuar dişli kutusu ve şaftının bütünlüğü
  - Starterin havada birleşme ve ayrılmasına ait belirtiler
  - Jeneratör ve alternatörlerin durumları ve yüklerine ait belirtiler.

### **Sistem İncelemeleri:**

#### **Uçuş Kontrol Elemanları:**

- Kumanda kolları bağlantıları
- Uçuş kumanda sistemlerinin doğru ayarlanıp ayarlanmadığının kontrolü

- Kumanda sistem elemanlarının yapısal bütünlük, sıkışma ve aşınma yönünden kontrol edilmesi.
  - Kumanda kolları
  - Makaralar
  - Manivelalar
  - İtme çekme çubukları, akçüatörler
  - Balans ağırlıkları, güç şaftları ve kumanda kabloları
- Uçuş kontrol sistemi içerisine girmiş yabancı cisimler (Bakımda unutulmuş el aletleri vb.)

#### **Hidrolik Sistemler:**

- Doğru hidrolik sıvısının kullanılıp kullanılmadığı
- Hidrolik numunesi ve rezervuardaki hidrolik miktarı
- Hidrolik sistemle hareket eden bütün elemanların mevcut durumlarının ölçülerek kaydedilmesi
- Hidrolik sistem üzerindeki contaların durumları
- Hidrolik akçüatörlerin piston kollarındaki yamulmalar
- Pompa milindeki kırılma ya da burkulma belirtileri, ısı etiketleri
- Akümülatörün emniyetinin alınması
- Akümülatördeki gaz basıncı, diyaframdaki delik ve yırtıklar
- Hidrolik sistem filtrelerinin kirlilik yönünden kontrol edilmesi ve numune alınması, bypass durumunun kontrolü.

#### **Yakıt Sistemleri:**

- Depolardaki yakıt miktarları
- Yakıt numunesi, yakıt kirlenmesi
- Yakıt hatlarında sızıntı, kırık, çatlak
- Valflerin durumu, pompa ve filtreler

#### **Elektrik Sistemi:**

- Yangına ait belirtiler
- Jeneratör sargıları, yanma ve ark belirtileri, yanlış kablo bağlantıları

- Jeneratörün hareketini aldığı sisteme olan bağlantısı
- Yüksek voltaj belirtileri
- Sigortalar, anahtarlar ve rölelerde ark oluşumu sebebiyle metal erimesi ya da krater görünümü.
- Kablolarda yangın ve aşırı ısınmaya ait belirtiler

### **Kokpit ve Göstergeler:**

- Kokpit bölgesinin tam bir dökümantasyonu yapılabildiği kadar başka kimselerin ve grupların bu bölgeye girmesine müsaade etme.
- Kokpitteki her şeyin gerçek durumunu yangın hasarı ve deformasyon miktarını da ekleyerek belirt.
- Kontrol kolları ve anahtarları, durumları kaydedilene ve fotoğraflanana kadar kesinlikle oynatma.
- Nesnelere tanımlamak için el kitaplarındaki grafik ve şekilleri kullan.
- Aşağıdakileri kaydet:
  - Tüm anahtarların pozisyonları.
  - Motor/Pervane kontrol kollarının pozisyonları
  - Flap ve iniş takımları kontrol kollarının pozisyonları
  - Tüm göstergelerde okunan değerler.
  - Telsizlerde bağlanmış olan frekanslar ve ses seviyeleri
  - Tüm trim ayarları
  - Elektrik ve sigorta panellerinin durumları
- Gölgeleme, çarpma izi, ibre bağlantısı ve ultraviyole ışık incelemelerinden uygun olanını kullanarak hasarlanmış gösterge değerlerini tespit etmeye çalış.

### **Lamba Analizi:**

- Lambaları buldukları soketten sök ve plastik bir torbaya koyarak üzerine nereden çıkarıldığı ve hangi sisteme ait olduğunu yaz.
- Her defasında bir tanesini torbadan çıkararak kuvvetli ışık altında büyüteç yardımıyla incele.
- Şüphelenilen durumlarda orijinal bir lamba ile mukayese et.

- Kesinlikle kapalı olduğu bilinen sistem lambalarını da mukayese için kullan.
- Cam muhafazanın iç kısmında yanma ya da erime belirtileri olup olmadığını kontrol et.
- Lamba parçaları üzerinde gri bir toz şeklinde tungsten oksit bulunup bulunmadığını kontrol et.

Yukarıda örnek olarak verilen bu kontrol listesi genel hususları kapsamakla birlikte herbir kısma ait detaylı kontrol listeleri de oluşturulabilir. Motor incelemeleri ya da hidrolik sistem incelemeleri gibi. Önemli olan husus bu kontrol listelerinin incelemeciye yol gösterici ve yönlendirici olması ve önemli bazı hususların incelemeler esnasında atlanılmamasını sağlamasıdır.



## ÖZET

### **Hava Aracı Kazalarında Olay Yerinin İncelenmesi**

Havayolu ile seyahat hızlı, konforlu ulaşım ve zaman tasarrufu gibi avantajları sebebiyle her geçen gün insanlar tarafından daha fazla tercih edilmektedir. Bu sürecin doğal sonucu ise hava aracı, uçuş sayısı ve uçuş saatlerindeki hızlı artıştır. Sektördeki bu hızlı ilerleme ve uçuşlardaki artışa rağmen hava aracı yolculuğunun güvenli ve emniyetli bir şekilde sürdürülebilmesi için uzmanlar hava aracı dizaynı, işletme prosedürleri, havacılık kuralları gibi değişkenler üzerinde sürekli çalışarak daha az kaza meydana gelmesi ya da yaşanmış olan kazaların tekrar yaşanmaması için ellerinden geleni yapmaktadırlar.

Hava aracı kazaları tesadüfi hadiseler olmayıp dikkatli incelendiği takdirde tekrarı önlenabilir olaylardır. Bu incelemeyi yapmak bu konuda eğitim almış uzman kaza inceleme birimlerinin görevleridir. Kaza incelemelerinde amaç “sebepl faktörü” ‘nü ortaya çıkararak benzer hadiselerin tekrar yaşanmasını önlemektir. Kaza incelemesiyle görevlendirilmiş bir kişinin karşılaşacağı ilk yer bir kaza/olay mahallidir. Kaza mahallinin uygun inceleme teknikleri kullanılarak incelenmesi sebepl faktörünü ortaya çıkaracak çok değerli delillerin tespit edilmesini sağlar. Ayrıca kaza mahallinin bir çok tehlikelerle dolu olması burada yapılacak olay yeri incelemesini daha kritik bir hale getirir. Bu tehlikelerin ve gerekli önlemlerin bilinmesi hem incelemeciler hem diğer kamu görevlileri ve hem de halkın sağlığı açısından oldukça önemlidir.

**Anahtar Kelimeler: Havacılık, Hava Aracı, Kaza, İnceleme, Kaza/Olay Yeri**

## **SUMMARY**

### **Accident Scene Investigation Of Aircraft Mishaps**

Due to its advantages such as timesaving ,fast and comfortable transportation, more people prefer airplane travels today. Natural result of this process is the fast increase in aircraft numbers, flight hours and number of flights. Despite the fast progress in aviation industry and the increase in flights, aviation specialists work hard on the aircraft designs, operating procedures and regulations to make the sector more secure, provide less accidents occur and prevent the same type accidents reoccur.

Aircraft accidents are actually not accidental and further accidents can be prevented when investigated carefully. Investigating these accidents is the duty of the professional investigators. Main object of the accident investigations is to find the “causal factors” and prevent further accidents. The fist place that an investigator come across is an accident site. Investigating the accident site by using the correct techniques provides to get valuable evidence to establish the causal factor. Besides, the fact that an accident site is full of various dangers makes the accident scene (site) investigation more important. Having knowledge about these dangers and hazards is of vital importance in terms of investigators’, local authorities’ and local people’s health.

**Key Words: Aviation, Aircraft, Accident, Investigation, Accident Site/Scene**

## KAYNAKLAR

Accident Database, (2005)

Erişim: <http://www.airdisaster.com/cgi-bin/database.cgi>, 28.11.2005

AGGRAWAL A., (2001): *Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology. Volume 2, Number 2, July-December 2001*

Erişim: [http://www.geradts.com/anil/ij/vol\\_002\\_no\\_002/reviews/tb/page017.html](http://www.geradts.com/anil/ij/vol_002_no_002/reviews/tb/page017.html), 08.11.2005

AKKAYA B., (2000) : Sivil Havacılıkta Kaza Kırım İncelemeleri, Ulusal ve Uluslararası Mevzuatın Değerlendirilmesi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

A.T.S.B. (2005): Accident Procedures for Police Officers and Emergency Services Personnel. Australian Transportation Safety Board Pub.

Aviation Safety Network, Statistics

Erişim : <http://aviation-safety.net/statistics>, 15.11.2005

BLM Manuel (2003): Serious Accident Chief Investigator Manuel, US Department Of The Interior.

ÇAVDAR M., ÇAVDAR A., (2003): Türkiye Hava Sahası Ticari Taşımacılığına Genel Bakış: 1950-2003, s.21-29, *Mühendis ve Makina, Mart 2003*.

DOLE C. E. :Fundamentals Of Aircraft Material Factors. Second Edition Jeppesen Sanderson Training Products

EKEN A., (2002): Yangın Olaylarında Olay Yeri İncelemesi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

ELLIS G.(1984): Air Crash Investigation Of General Aviation Aircraft. Capstan Publications (Wyoming)

Ez Squadron Articles, (2005): Carburetor Icing.

Erişim: [http://www.ez.org/carb\\_ice.htm](http://www.ez.org/carb_ice.htm), 20.10.2005

Federal Aviation Regulations and Aeronautical Information Manual, FARAIM (2003):  
Updated and Published by Aviation Supplies & Academics (Newcastle USA)

FERRY T.S., (1978): Elements Of Accident Investigation, Institute Of Safety and  
Systems Management. University Of South California. (L.A. California)

FISH J.P. (2001): Response To Air Accidents Over Water, American Underwater Search  
& Survey Ltd. USA

Field Manuel FM 1-506 (1990): Fundamentals Of Aircraft Power Plants, Chapter  
1,Chapter 2, U.S. Army Manuel

GALLER D.,GLOVER D., KUSKO A., (1995): Aircraft Mishap Investigation  
Handbook For Electronic Hardware. Southern California Safety Institute.

General Electronics (1984) ;Accident Investigation Training Manuel. General  
Electric Company ,Ohio.

GRIMES M. J. (1988): Reciprocating Engine Investigations, p.11-26, F.A.A. Accident  
Investigation Manuel.

HEASLIP T.W., VERMIJ M., POOLE M.R., (1983): Advances In The Analysis Of  
Aircraft Crash Impacted Light Bulbs, *ISASI Forum*, p.11-14

ICAO (2003):, Accident/Incident Reporting (ADREP) Manuel, International Civil  
Aviation Organization

ICAO ANNEX-13 (2001): Aircraft Accident and Incident Investigation, International  
Civil Aviation Organization

ICAO DOC 9756 (2000): Manuel Of Aircraft Accident And Incident Investigation,  
Chapter 3, 4, 5 International Civil Aviation Organization Pub.

Joint Aviation Authorities (2003): Airline Transport Pilot's Licence Theoretical Knowledge Manuel, Airframes And Systems, Hydraulics p. 45, Flight Controls p.4

Kaza Kırım İnceleme Kursu Ders Notları (2003): Kara Kuvvetleri 5.Ana Bakım Merkezi.

KESİCİ S. (2000): Türkiye'de Sivil Havacılıkta Uçak Kazalarının Analizi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Trafik Plan ve Uygulama Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

N.T.S.B. National Transportation Safety Board Web Page

Erişim: <http://www.nts.gov/aviation/aviation.htm> , 07.05.2005

N.T.S.B. (2002): Aviation Investigation Manuel, National Transportation Safety Board pub.

N.T.S.B. Flight Data Recorder Handbook For Aviation Accident Investigations, Office Of Aviation Safety (Washington)

Planecrash Info Database (2005), Statistics

Erişim: <http://www.planecrashinfo.com/cause.htm>, 28.11.2005

POOLE M.R., VERMIJ M.,(1995): A Guide to Light Bulb Analysis In Support of Aircraft Accident Investigation, Transportation Safety Board Of Canada Pub.

Reading The Spark Plugs Of Your Ultralight Engine.

Erişim: <http://www.ultralightnews.ca/articles/readingsparkplugs.htm>, 10.09.2005

S.C.S.I.(Southern California Safety Institute), (2001): Generalist Aircraft Accident Investigation Guide

SHEPHERD R. E. (1987): Turbine Engine Investigation, p.11-19, 35, 36 F.A.A. Accident Investigation Manuel.

SWEGINNIS R. (1984): Was There An Inflight Fire? Yes, No, Maybe. *USAF Safety Journal*, p.1-4, F.A.A. Accident Investigation Manuel

SHY-13, (1992): Sivil Hava Araç Kazaları Soruşturma Yönetmeliği.

Statistical Summary Of Commercial Jet Airplane Accidents, Worldwide Operations 1959-2004, (2005)

Erişim: <http://www.boeing.com/news/techissues/pdf/statsum.pdf> , 13.11.2005

TAYLOR S.E., (1988) : Systems Investigation, p.1-40, F.A.A. Accident Investigation Manuel.

Transportation Safety Institute (1986): Propellers And Powerplants Investigation, P.1-20, F.A.A. Accident Investigation Manuel

T.S.H.K. (1983): 2920 Sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu,

Türkiye’de Meydana Gelen Kazalar (2003)

Erişim: <http://www.tayyareci.com/kazalar.asp>, 15.11.2005

Twentieth Century History, The First Airplane Crash-1908

Erişim: <http://history1900s.about.com/library/weekly/aa031000a.htm>, 09.10.2005

U.S. Naval Safety Center, (2001): The Naval Flight Surgeon’s Pocket Reference to Aircraft Mishap Investigation, Fifth Edition.

WOOD R.H., SWEGINNIS R. (1995): Aircraft Accident Investigation. Endeavor Books. p.: 25-105, 127, 147-154, 175

WOOD R. H.,(1991): Aviation Safety Programs-A Management Handbook, Jeppesen Sanderson Inc. (Washington).

14 CFR, (2003) : Code Of Federal Regulations, U.S. Department Of Transportation.

## ÖZGEÇMİŞ

### I. Bireysel Bilgiler:

**Adı:** Cemil

**Soyadı:** TOPRAK

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Antalya, 17.02.1976

**Uyruğu:** T.C.

**Medeni Durumu:** Bekar

**Askerlik Durumu:-**

**İletişim Adresi ve Telefonu:** Jandarma Helikopter Filo Komutanlığı/ Van,

0505 5276082

**II. Eğitimi:** İlk ve Orta öğrenimini Antalya'da tamamladı. 1994 yılından Bursa Işıklar Askeri Lisesi'ni bitirerek Kara Harp Okulu'na devam etti. 1998 yılında da Kara Harp Okulu'ndan Jandarma Teğmen olarak mezun oldu. 2000 yılından Kara Havacılık Okuluna girerek 2001 yılında helikopter pilotu oldu. İngilizce bilmektedir.

**III. Ünvanları:** -

**IV. Mesleki Deneyimi:** -

**V. Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar:** -

**VI. Bilimsel İlgi Alanları:** -

**VII. Bilimsel Etkinlikleri:** -

**VIII. Diğer Bilgiler:** -