

Aerodinamik Hava ve benzeri hazlar içerisinde hareket eden cisimlere ortam tarafından uygulanan basınç, sıcaklık, kuvvet gibi büyüklükleri inceleyen bilim dalıdır. Aerodinamik Tutunma Özel şekilli cisimlerin havaya nazaran belli pozisyonlarda hareketi ile aerodinamik direnci kullanıp havada kalmasıdır. Aerostatik Tutunma Hava içinde bulunan bir cisim havada kapladığı hacim kadar hava ağırlığına eşit bir kuvvette yukarı doğru kaldırılır. Bu kuvvete havanın kaldırma ya da aerostatik tutunma adı verilir. Ağırlık Dünyanın yer çekimi ivmesi dolayısıyla cisimlere uyguladığı kuvvettir. Aletli Meteorolojik Koşullar Görerek uçuş yapılmasını sağlayan en düşük koşulların altındaki meteorolojik koşullar; bulutlardan yatayda ve dikeyde uzaklıkla alakalı meteorolojik durum. Altimetre Ölçmesini istediği basınç türüne göre uçakların irtifasını ya da yüksekliğini gösteren bir çeşit basınçölçerdir. Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyet Teşkilatı (EUROCONTROL) Merkezi Brüksel olan ve amacı Avrupa hava trafiğinin güvenliği ve hava trafik akışının gelişmesi olan, Türkiye'nin de üyesi olduğu çok uluslu organizasyon. Ayırma Uçakların seviye ve pozisyonlarının birbirine tehlike oluşturmayacak şekilde ayarlanması değiştirilmesidir. Barometre Atmosfer basıncını ölçmeye yarayan alet. Basınç Herhangi bir gücün kendisine engel olan yüzeye ettiği etkiye denir. Basınç İrtifası Altimetreye standart atmosfer basıncı olan 1013.25 hPa bağlandığında okunan irtifa değeridir. Deniz Mili (NM) Denizcilikte ve havacılıkta kullanılan ve 1 birimi 1852 metreye tekabül eden uzunluk birimi. (Nautical Mile) Dikey Ayırma Hava araçları arasında birbirlerine tehlike teşkil etmeyecek irtifa ya da uçuş seviyeleri tahsis edilmesi ile yapılan ayırmalardır. Federal Havacılık İdaresi (FAA) Sorumluluğu sivil havacılığın güvenliğini sağlamak olan, Amerika Birleşik Devletleri'nin sivil havacılık otoritesi. Feet Sivil havacılıkta dikey mesafeleri tanımlamak için kullanılan ve 0.3048 metreye tekabül eden uzunluk birimidir. Geçiş İrtifası Bu irtifa ve altında, hava araçlarının yüksekliklerinin irtifa ile belirtildiği irtifadır. Bu irtifanın üstünde ise yükseklikler uçuş seviyesi olarak belirtilir. Gerçek Hava Hızı (TAS) Yoğunluk ve sıcaklık değerleri de hesap edilerek elde edilen, uçağın gerçek hava hızıdır. Görerek Meteorolojik Koşullar Görüşün bulutlardan yatayda ve dikeyde gerekli asgari değerlerin üzerinde olduğu meteorolojik koşullardır. Gösterge Hızı (IAS) Uçağın hava sürati göstergesinden okunan, düzeltilme yapılmamış hava hızıdır. Hava Aracı Havalanabilme ve havada kalabilme yeteneğine sahip taşıtlardır. Hava Trafiği Yerde veya havada motor çalıştırmış durumda bulunan hava araçlarının tümüne denir. Hava Trafik Kontrol Hava araçlarının yer hareketlerini ve uçuşlarını emniyetli, etkin, ekonomik ve çevreci bir şekilde yapmaları için verilen hizmettir. Hava Trafik Kontrolörü Hava trafik kontrolörü lisansına sahip ve bulunduğu hizmet sağlayıcı tarafından derecelendirilmiş, doğrudan hava trafik kontrol hizmeti veren kişidir. Havaalanı Rakımı Havaalanının iniş alanının en yüksek noktasının rakımıdır. İniş Havadaki uçağın piste teker koyması ve taksi yapabilecek hıza düşmesidir. İniş Takımı Hava aracının kalkış, iniş ve taksi gibi yer hareketlerini yapmasını sağlayan elemanlarıdır. İrtifa Bir nokta, nokta kabul edilen bir cisim ve ya bir seviyenin deniz seviyesine olan dikey mesafesidir. Kafa Rüzgârı Uçağın iniş ve ya kalkış yaptığı yönün tersi yönde esen rüzgârdır. Kanat Profili Akışkan olan hava içerisinde hareket eden kanat profillinin iki boyutlu kesimidir. Kullanılan Pist (Aktif Pist) O sırada kalkış ve iniş için kullanılan pist veya pistlerdir. Kuyruk Rüzgârı Uçağın hareket yönünde, uçağın arkasından esen rüzgârdır. Kuyruk (Dümen Suyu) Türbülansı Uçağın kanatlarından akan havanın sebep olduğu düzensiz hava akımlarıdır. Uçağın ağırlığı ile doğrudan ilgilidir. Lapse Rate Atmosferde herhangi bir değişkenin irtifaya bağlı değişimidir. Mania Hava araçlarının uçuş ve yer operasyonlarını engelleyen personel, araç, yeryüzü şekilleri benzeri engellerin tümü. Manometre Gaz ve sıvı akışkanlarının basıncını ölçmek için kullanılan alettir. Meteorolojik Görüş Ölçüm yapılan rasat merkez olmak üzere, farklı yönlerde ölçülen görüş değerlerinin en küçüğüdür. Nem Havada bulunan su buharıdır. Ortalama Deniz Seviyesi Atmosfer ile deniz seviyesinin birleştiği noktadır. Pist Görüş Mesafesi Pist merkez hattındaki bir uçağın pist işaretlemelerini veya pist merkez hattı ışıklarını görebildiği mesafedir. Push-back Uçağın park pozisyonundan, taksi hareketine başlayacağı bölgeye tow car aracı ile itilmesi hareketidir. Rakım Bir yerin veya nesnenin deniz seviyesinden yüksekliğidir. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığına bağlı, Türk sivil havacılık otoritesidir. Türk sivil havacılık sektöründe kural koyma, denetleme ve yaptırım uygulama yetkisine sahiptir. Statik Basınç Dünyamızı saran havanın barometrik basıncıdır. Bütün yönlere eşit etki eder. Süpersonik Uçuş Ortalaması ses hızından daha hızlı olarak yapılan uçuşlardır. Sürüklenme Kuvveti Aerodinamik hava direncinin yatay bileşeni olup hareketin tersi yönde olan kuvvettir. Şok Dalgası Yüksek hızlı bir

akıştan; yoğunluğu, basıncı ve sıcaklığı daha yüksek olan düşük hızlı bir akışa doğru ani geçişi ifade eder. Bu durumda basıncı merkezi geriye kayar, sürükleme kuvveti aşırı derecede artar, kontrol ve kararlılık kaybı söz konusu olur. Taşıma Kuvveti Aerodinamik hava direncinin düşey bileşeni olup, cisim havada tutan kuvvettir. Uçuş Seviyesi 1013.25 hPa'lık basıncı yüzeyine göre ayrılmış sabit atmosferik basıncı yüzeyleridir. Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu (ICAO) Merkezi Montreal olan, sivil havacılığın düzenli ve güvenli gelişimini amaçlayan çok uluslu organizasyondur. 193 ülkenin ye olduğu ICAO, Birleşmiş Milletler'in yasal havacılık organıdır. Yatay Ayırma Aynı seviyede ya da irtifada uçan uçaklar arasında otoritenin belirlediği minimumlara uygun şekilde, mil cinsinden mesafeye dayalı yapılan ayırmadır. Yükseklik Bir nokta ya da seviyenin referans alınan bir yere olan dikey mesafesidir.

Atmosfer Yerkürenin çevresini saran ve yer çekimi sayesinde uzaya dağılmayan gaz ve buhardan oluşup yükseklik arttıkça yoğunluğunun da azaldığı tabakadır. Alt sınırı yer yüzeyi olmakla beraber, 70 – 80 km, 110 km, hatta 3600 ile 10000 km arası değerler verilse de teorik olarak kabul edilmiş bir üst sınırı bulunmamaktadır. Ancak 200 km'den sonra etkisinin yok denecek kadar az olduğu bilinmektedir. Atmosferi oluşturan gazların yaklaşık %99'u oksijen ve nitrojenden oluşmaktadır (%21 Oksijen, %78 Nitrojen). Havadaki oranı %1 ile %4 arasında bulunan su buharı; sis, yağmur, bulut, dolu gibi havacılığı etkileyen olayların başrolünde bulunduğu için önemlidir. Atmosferin sıcaklığı yerden yukarıya doğru çıktıkça azalır. Yükseklik artışına bağlı olarak da basınç düşer, yoğunluk azalır. Atmosferin Tabakaları Atmosfer beş katmandan oluşmaktadır. Bunlar; troposfer, stratosfer, mezosfer, termosfer ve iyonosferdir. Sivil havacılık açısından atmosferin en önemli tabakası troposferdir. Çünkü uçuşların büyük bir çoğunluğu bu tabakada yapılmaktadır ve bilinen tüm hava olayları bu tabakada gerçekleşmektedir. Bunun sebebi ise hava olaylarının gerçekleşmesini sağlayan su buharının bu tabakada yoğun hâlde bulunmasıdır. Isı ve Sıcaklık Isı, cisimlerde moleküllerin hareketiyle ilgili enerji iken sıcaklık ise ısının dışarıya karşı yaptığı etkinin bir göstergesidir. Atmosfer koşullarını ve yaşam etkinliklerini en yakından kontrol eden iklim elemanı atmosferin sıcaklığıdır. Atmosferik Nem Hava yüksek sıcaklıklarda fazla, düşük sıcaklıklarda daha az nem taşıyabilir. Nem; mutlak nem, nispi nem ve özgül nem olmak üzere 3 alt kategoride incelenir. Rüzgâr Havanın yatay yönde yaptığı yer değiştirme hareketine rüzgâr denir. Rüzgârın yönü genel itibarı ile 8 ana ve ara yön ile ifade edilse de havacılıkta 360 derecelik genişlik içerisinde 10 derece ve katları cinsinden ifade edilir. Uçaklar rüzgâr içerisine iniş ve kalkış yaparlar. Bu sebeple rüzgârın estiği yönün bilinmesi, uçuş operasyonlarının planlanması ve uygulanabilmesi için olmazsa olmazdır. ICAO Standart Atmosferi • Tropopoz yüksekliği: Ortalama deniz seviyesinden 11 km yükseklikte • Tropopozda sıcaklık: -56.5 °C • Ortalama sıcaklık değişimi (Lapse Rate): 11 km'ye kadar her 1000 metre yükselmeye -6.5 °C, 11 – 20 km arası -56.5 °C sabittir. 11 km'ye (31000 feet) kadar olan değişimin oranı her 1000 feet'te 1.98 °C azalacak şekildedir. • Basınç değişimi: 31000 feet'e kadar her 27 feet'te 1 hPa, 31000 feet üzerinde ise her 50 feet'te 1 hPa düşecek şekilde gerçekleşir. • Ortalama deniz seviyesinde (MSL, MeanSea Level) □ Sıcaklık: 15 °C □ Basınç: 1013.25 hPa (hektopascal) □ Yoğunluk: 1.225 kg/m³ Bulut Bulutlar, atmosferdeki yoğunlaşmanın bir ürünüdür. Yükselen hava kütlelerinin yukarıda daha soğuk hava kütleleri ile karşılaşarak yoğunlaşması sonrasında oluşurlar. Bulutluluk miktarı, dikey görüşün ifade edilebilmesi açısından önemlidir. Gökyüzünün 8 eşit parçaya bölündüğü varsayıp ne kadarının kapalı olduğunun ifade edilmesidir. Temel Bulut Türleri ve Sınıflandırması Bulut türleri oluşumlarına göre ve yüksekliklerine göre 2 ayrı şekilde sınıflandırılabilirler. Oluşumlarına göre yapılan sınıflandırmanın havacılıkta kullanımı olmadığı için biz yüksekliklerine göre yapılan sınıflandırmaya odaklanacağız. Yüksekliklerine göre bulutlar 4'e ayrılırlar; • Yüksek İrtifa Bulutları • Orta İrtifa Bulutları • Alçak İrtifa Bulutları • Dikine Gelişimli Bulutlar Meteorolojik Hadiseler Havacılıkta sık karşılaşılan ve daimi olarak mücadele edilmesi gereken meteorolojik hadiselerden kısaca bahsedilmesi gerekiyor. Buzlanma Havadaki buhar ya da nemin herhangi bir nedenle soğuyarak, hava aracı üzerinde katılaşmasına buzlanma denir. Hava aracının kumanda yüzeylerinde ve kanatlarda oluşan buzlanma, uçağın aerodinamik yapısını bozabileceği için fazlasıyla tehlikeli olabilir. Türbülans Yoğunluk, basınç, nem, sıcaklık ve havanın hareket yönüne bağlı olarak oluşan dikine, ya da karışık hava akımlarına türbülans denir. Yanlış bilinenin aksine türbülans bir hava boşluğu değildir. Zaten gezegenimizin fiziği gereği hava boşluğu diye bir durum oluşma ihtimali de yoktur. Türbülans oluşma şekillerine göre 7'ye ayrılabilir ama biz en yaygın olan iki hâline değineceğiz. Bunlardan birincisi dümensuyu (wake) türbülanstır. Taksi (yer hareketleri) yapan ya da uçuşta bulunan uçağın özellikle kanat uçlarında oluşan kısa süreli türbülanstır. İniş – kalkış ayırma minimumlarının belirlenmesinde önemli yer tutar. İkinci olarak ise açık hava türbülansına değineceğiz. Tahmin edilememesi sebebiyle, şiddetine bağlı olarak tehlikeli de olabilen bir türbülans türüdür. 15000 feet üzerinde, açık havada gerçekleşir. WindShear (Rüzgâr Kırılması) Rüzgâr sapması ya da rüzgâr kesmesi olarak da adlandırılan rüzgâr kırılması rüzgârın yönünde ve hızında meydana gelen yatay ve ya dikey ani değişim olarak tanımlanabilir. Özellikle iniş ve kalkış safhasında yere yakın ve düşük hızdaki hava araçları üzerinde oldukça etkili olan ve yoğunlukla kaza ya da kırım ile sonuçlanan hadiselerle yol açan rüzgâr kırılmasının yerini ve şiddetini meteorolojik aletlerle tam olarak belirlemek mümkün değildir. Ancak mevcut kırılmayı tecrübe eden bir pilot, mesafesini, yüksekliğini ve şiddetini

raporlayabilir. Bu raporlamayı alan hava trafik kontrolörü ise sonrasında iniş kalkış yapacak tüm uçaklara, rüzgâr kırılması hakkında verilen bilgiler ile bilgilerin saat kaçta, hangi tip hava aracından alındığını bildirmekle yükümlüdür. Sis Hava sıcaklığının çığ noktası sıcaklığına (İşba) kadar düşmesi neticesinde oluşur. Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO) kriterlerine göre görüş mesafesi 1000 metreden azdır. Özellikle yaklaşma usulleri sırasında görüşe etki ettiği için önemlidir.

HAVADAN HAFİF ve HAVADAN AĞIR UÇUŞUN TARİHÇESİ

Genel olarak bilinenin aksine, insanlık ilk uçuşunu 1903'te Wright Kardeşler ile gerçekleştirmemiştir. Zira insanlık Wright Kardeşler'e gelene kadar yaklaşık 140 yıldır uçuyordu. Sadece uçmak için faydalandıkları fizik kuralları farklıydı. Havacılığın fiziği üzerine ilk ciddi çalışmalar ve incelemeler Sir George Cayley tarafından yapılmaya başlamıştır. 27 Ağustos 1783'te Jacques Charles ve Robert Kardeşler tarafından ilk insansız sıcak hava balonu uçuruldu. Blimp olarak adlandırılan, iç iskelet yapısı olmayan, yumuşak hava gemileri olan balonların ilk kontrollü uçuşu içten yanmalı motorun keşfi ile beraber mümkün oldu denilebilir. 1900'e geldiğinde Alman Kont Ferdinand von Zeppelin, iskeletli hava balonu modeli olan ve adı kendi adıyla anılacak olan zeplini tasarlayıp patentini aldı. İskeletli zeplinler, blimplere göre daha sağlam oldukları için yük ve yolcu taşıma için daha uygunlardı. Dolayısıyla daha yoğun olarak kullanıldılar. Kitty Hawk'ta Wright Kardeşler, Flyer – 1 ile ilk motorlu ve insanlı havadan ağır uçuşu gerçekleştirip tarihe geçtiler. Langley'nin performans sorunlarını daha güçlü bir motor kullandıkları için yaşamayan Wright Kardeşler, kıvrılmış kanat kullanarak Flyer – 1'in yönlendirme işini çözmüşlerdi. Aynı zamanda kıvrılmış kanat sistemi, günümüzdeki uçakları yönlendirmek için kullanılan kanatçık adlı uçuş kontrol yüzeyinin de atası olmuştur. Geçen zamanla birlikte uçaklar da gelişmiş, uçuş süreleri artmış, menziller artmış, hatta ağırlık taşıma kapasiteleri de artmıştır. Hava araçları keşif amaçlı olarak ilk defa Ekim 1911'de kullanıldılar. Kullanan ülke İtalya Krallığı, keşif yaptığı ülke ise Osmanlı İmparatorluğu'ydu. Kasımda ilk defa bir uçakla bombalama yapıldı. Taraflar ve mekân yine aynıydı. Bir uçak ilk defa aynı topraklarda Osmanlı askerlerinin tüfek atışlarıyla düşürüldü. Birinci Dünya Savaşı uçakların efektif olarak kullanıldığı ilk süreç diyebiliriz. Ama savaş sürecinde gelişimleri yavaş oldu. Havacılıktaki asıl sıçrama, iki dünya savaşı arasındaki dönem diyebiliriz. Bez ve tahta kullanımından metale geçiş dayanıklılığı artırınca ve motor teknolojisi de gelişince hem menziller hem de hız arttı. İskoçya'dan kalkıp New York'a inen R 34 adlı zeplin, transatlantik uçuşu gerçekleştirebilen ilk hava aracı olmuştur. 1912'de Chicago'da düşüp 12 kişinin ölümüne sebep olan zeplin kazasının üstüne 1937'de gerçekleşen Hindenburg faciası gelince, insanlar zeplinleri kullanmayı bıraktılar. İkinci Dünya Savaşı'nın ardından boşa kalan uçaklar, yolcu ve yük taşımacılığı için modifiye edilip kullanılmaya başlandılar. Böylece hava taşımacılığı da iyice yaygınlaşmaya başladı. Jet motorların geliştirilip kullanılmaya başlaması hem hızı hem de menzili çok artırmış ve transpasifik uçuşlar gerçekleştirilmeye başlanabilmiştir. UÇUŞ Uçuşun tarihçesine değindiğimizde, insanların Wright Kardeşler'den önceki yaklaşık 140 yıldır uçabildiğini söylemiştik. Fakat uçuş denilen olayın tarihçesi bu kadar kısa değil. Zira gezegenimizde binlerce yıldır uçan canlılar mevcut. İnsanların uçuş için kullandıkları alet edevatları tasarlarlarken feyz aldıkları canlılar genellikle kuşlar ve yarasalar oldu. Aerostatik (Batmaz) Uçuş Havadan hafif uçuş dediğimiz aerostatik uçuşun prensibi, batmazlık prensibine dayanır. Suyun kaldırma kuvveti olarak bildiğimiz prensip, su gibi akışkan olan gazlar için de geçerlidir. Balon, zeplin gibi havadan hafif hava araçlarının gerçekleştirdiği aerostatik uçuşun prensibi, hava aracının içinde bulunan gazın basıncının içinde bulunduğu akışkanın basıncından daha az olmasıdır. Akışkanların basıncı, aşağı katmanlara inildikçe artar. Bu sebeple cismin akışkanın aşağı katmanlarında kısmı, yukarıda kalan kısmına göre daha fazla basınca maruz kalır. Cismin aşağı kısmının yukarı kısmına göre daha fazla basınca maruz kalması durumu, akışkanın cisme karşı yukarı doğru bir kuvvet uygulamasına sebep olur. Buna aerostatik kaldırma kuvveti ya da batmazlık diyoruz. Balonların ve zeplinlerin uçuş prensibi de buna dayanmaktadır. Balonun içine doldurulan sıcak hava ya da havadan daha hafif olan helyum gibi gazlar, yoğunluğu çevrelerini saran atmosferik havadan düşük oldukları için balonu yükseltirler. Yoğunluk, yükseldikçe azaldığı için balon irtifa aldıkça içindeki gazın yoğunluğu, atmosferik havanın yoğunluğuna eşitlenecektir. Eşitlendiği anda ise balon artık tırmanamayacaktır. Daha fazla irtifa alınmak istenirse balonun ağırlığı azaltılmalıdır. İrtifa kaybetmek istenirse de balonun içindeki gazın azaltılıp yoğunluğunun artırılması gerekmektedir. Aerodinamik Uçuş Süzülme, uçuş için itiş gücünün kullanılmadığı uçuşlara verilen addır. Belirli bir yükseklikten dikey bir şekilde düşmek değil, yatay bir açıyla kontrollü olarak alçalmaktır. Bu uçuşu gerçekleştiren hayvanlara uçan sincaplar örnek olarak gösterilebilir. Bunun dışında, süzülme sırasında irtifa kazanmak için sıcak hava akımlarının kullanıldığı şekli de mevcuttur. Süzülme sırasında bazı avcı kuşlar ve planörler bu sayede güç kullanmadan irtifa alırlar. Bir de güç kullanılarak yapılan uçuşlar mevcuttur. Kuşlar ve insan yapımı hava araçları uçmak için itiş kuvvetine ihtiyaç duyarlar. İtiş kuvveti üretilerek yapılan uçuşa, güç

kullanılarak yapılan uçuş diyoruz.

AERODİNAMİK İLE İLGİLİ BAŞLIKLAR

Atmosfer ve Standart Atmosfer Yerkürenin çevresini saran ve yerçekimi sayesinde uzaya dağılmayan gaz ve buhardan oluşup yükseklik arttıkça yoğunluğunun da azaldığı tabakaya atmosfer diyoruz. Bizi en çok ilgilendiren tabakalar, hava olaylarının gerçekleştiği troposfer ve sivil taşımacılığın gerçekleştiği troposfer ve stratosfer tabakalarıdır. Uluslararası standart atmosfer Uçak tasarlanırken yapılan hesaplamalar, rüzgâr tüneli deneyleri, uçaktaki alet kalibrasyonları ve seyrüsefer hesaplamaları için bütün atmosferin standart özelliklerde olduğu kabul edilmiş, farazi atmosfer modeline standart atmosfer denir. Hâlihazırda çeşitli standart atmosfer çeşitleri bulunsa da, havacılıkta kullanılan tip, ülkemizin de üyesi bulunduğu ICAO (International Civil Aviation Organization / Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü) tarafından geliştirilmiş olan modeldir. Hava araçlarının tasarımlarındaki hesaplamalar, seyrüsefer cihazların kalibrasyonu, altimetrik basınç hesaplamaları, belirli durumlarda uçakların performansları ve genel davranışlarını belirlemek ve birbirleri ile mukayese edilebilmelerini sağlamak amacıyla ICAO tarafından, uzun yıllar boyunca yapılan rasatlardan elde edilen ortalama değerlere göre hazırlanarak yayınlanan değer ve tablolara Standart ICAO Atmosferi denir Uçağın taşıma kapasitesi, uçuş tavanı (tırmanabileceği maksimum yükseklik), yakıt kapasitesi, menzil ve hız gibi operasyonu yakından ilgilendiren tüm özellikler havanın yoğunluğu ile bağlantılı olarak değişmektedir. Son olarak, hava basıncı, uçağın hızının, alçalma – tırmanma oranının ve uçağın irtifasının hesaplanmasında kullanılır. Atmosferik basınç, hava trafiğinin idaresi için son derece önemli olan dikey mesafenin belirlenmesini etkiler ki, hava araçları arasında dikey ayırmanın sağlanması tamamen bu sayede gerçekleşmektedir. Uçuşa Etki Eden Kuvvetler Batmazlık ve ya akışkanın kaldırma kuvvetini kullanmadan uçan hava araçlarının taşıma kuvvetini kendileri üretmeleri gerekmektedir. Tabi uçuşa etki eden kuvvet sadece taşıma kuvveti değildir. Uçuşa etki eden kuvvetleri; taşıma, sürüklenme, itiş, ağırlık olarak sınıflandırabiliriz. Taşıma kuvveti (Lift): Hava akımı kanadın üzerinden akarken, hızı artar ve böylece kanat profili üzerinde basınç düşer. Bu durum kanat üzerinde düşük basınç alanı oluşturur. Kanat profilinin altından akan havanın hızı düşer ve basıncı artar. Bu durum ise kanat altında yüksek basınç alanı oluşturur. Kanadın altındaki ve üstündeki bu basınç farklılığı kaldırma kuvvetini (Lift) oluşturur. Ağırlık (Weight): Yer çekimi kuvvetidir ve uçağa dünyanın merkezine doğru olacak şekilde kuvvet uygular. İtme (Thrust): Uçağın hareket ettiği yöne doğru etki eden kuvvettir. Motor tarafından üretilir. Sürüklenme (Drag): Uçağın hareket yönünün tersi yönde etki eden kuvvettir. Hava araçları, uçuşa etki eden bu 4 kuvvetin stabil kalacağı şekilde tasarlanmıştır. Uçuş Eksenleri ve Uçuş Kumanda Yüzeyleri Uçaklar, uçağın ağırlık merkezinde kesişen ve birbirine dik olan üç eksen üzerinde uçarlar. Bu eksenler; uzunlamasına eksen, yata eksen ve dikey eksendir. Bu eksenler üzerinde gerçekleştirdikleri hareketleri yapmalarını sağlayan kumanda kontrol yüzeyleri de mevcuttur. Bu kumanda yüzeyleri; birincil kumanda yüzeyleri ve ikincil kumanda yüzeyleri diye ikiye ayrılır. Uzunlamasına eksen, uçağın burnundan kuyruğuna kadar olan eksendir. Uçak bu eksen üzerinde yatış (roll) hareketini yapar. Dikey eksen, uçağın gövde üst kısmından, gövde alt kısmına uzanan eksendir. Uçak bu eksen üzerinde dönme (yaw) hareketini yapar. Yatay eksen, uçağın bir kanat ucundan diğer kanat ucuna uzanan eksendir. Uçak bu eksen üzerinde yunuslama (pitch) hareketini yapar. Birincil kumanda yüzeyleri uçağın yönlendirmesini sağlarken, ikincil kumanda yüzeyleri daha çok hava aracının taşıma kuvvetini artırma ve hız ayarlaması ile birincil kumanda yüzeylerine yardım etme gibi işlevlere sahiptir. Uçak Kanat Profili Kanat profili, kanadın yandan iki boyutlu olan kesimidir. Uçak kanadı gibi çok büyük olan elemanlar üzerindeki akım, iki boyutlu karakteristiği gösterdiği için, bu elemanlara ilk yaklaşım, iki boyutlu oldukları farz edilerek yapılır. Uçak Kanat Pozisyonu ve Sayısı Hava aracının kaldırma kuvvetini oluşturmak, ana iniş takımlarını taşımak, yakıt depolarının bir kısmını ya da tamamını barındırmak, hava aracını yönlendirmek gibi işlevleri bulunan kanatların sayıları ve pozisyonları hava aracının üretim amacına ve yapısına göre değişiklik gösterir. Taşıma kuvvetini üretme, oluşturdukları sürtünme ve itiş kuvvetini oluşturan motorları çoğunlukla üzerlerinde taşıma, uçağı yönlendirme gibi işlevleri olduğu için aerodinamik anlamda kanatların önemi eşsizdir.

Aerodinamik Terimler ve Değerler Aerodinamik, havanın hareketinin ve diğer akışkan gazların herhangi bir yüzeye yaptığı basınç ve bu basıncın etkileriyle ilgilenen bilim dalıdır. Aerodinamiğin kullanım alanları; otomotiv endüstrisi, yüksek hızlı trenler, deniz araçlarının su üstünde kalan kısmı, bina yapımı, spor, uzay uçuşları ve havadan ağır uçuşlar (uçak, planör vs.) olarak sınıflandırılabilir. Havacılıkta ise aerodinamik, hava aracının sürdürülebilir ve dengeli uçuş yapabilmesini sağlamak için hava aracına etki eden kuvvetleri inceler. Aerodinamiğin Fiziksel Birimleri Aerodinamik hesaplamalar yapılırken kullanılan standart birimler ve bu birimleri ölçerken kullanılan değerlere fiziksel birimler denir. Bunlar 2'ye ayrılır: Temel Birimler Uzunluk, kütle, zaman, sıcaklık, mol sayısı, elektrik ve ışık olarak temel birimlerden oluşur. Basit aerodinamik değerler Hız, hareket, hızlanma, yer çekimi ivmesi, kuvvet, ağırlık, iş, güç, basınç ve yoğunluktur. Newton'un Hareket Kanunları Cisimlere etki eden aerodinamik kuvvetleri anlayabilmemiz için Newton'un hareket yasalarına da kısaca değinmemiz gerekmektedir. Böylece cisimlerin kendilerine etki eden kuvvetlere verdikleri tepkileri daha net anlayabiliriz. Eylemsizlik (Atalet) kanunu, ikinci kanun (Kuvvet kanunu) ve etki – tepki kanunu olmak üzere üçe ayrılır. Eylemsizlik (Atalet) kanunu / Law of inertia Eylemsizlik kanunu, bir cismin kendisine etki eden kuvvetin onun mevcut durumunu değiştirmesine karşı gösterdiği dirençtir. 2 durum için söz konusudur. Birincisi, hareketli bir cismin hareket etmeye devam etmesidir. İkinci durum ise sabit bir cismin mevcut durumunu korumaya çalışmasıdır. İkinci kanun (Kuvvet kanunu) / $F=m \cdot a$ Dinamiğin temel prensi bu kanundur. Bu kanun, bir cisme etkileyen dengelenmemiş kuvvetlerin olması durumunda, bu durumun cismin hareketini değiştireceğini söyler. Etki – tepki kanunu (Action – Reaction kanunu) Doğada var olan her bir hareketin ona karşıt ve ona eşit olan zıt bir hareketi vardır. Cisme bir kuvvet uygulandığında, cisim de kuvvetin kaynağına aynı büyüklükte, zıt yönde bir kuvvet uygular. Bunlardan birincisi etki, ikincisi ise tepkidir. Havanın Özellikleri Gazlar, zayıf bağlarla bağlıdır ve herhangi bir hacmi ve şekli yoktur. Sıcaklık ve yoğunluk gibi değişkenler sebebiyle değişken bir yoğunluğa sahiptirler. Buldukları kabın şeklini alırlar. İdeal Gaz İdeal gaz, atomlar ve moleküller arası çarpışmanın esnek olduğu ve moleküller arası etkileşimin olmadığını kabul edildiği gaz şeklinde tanımlanır. Hava ideal gaz olarak kabul edilir. İdeal gazı etkileyen faktörler; basınç, sıcaklık, yoğunluk, viskozite ve ses hızıdır. Viskozite, doğadaki akışkanların, akmamaya karşı gösterdiği dirençtir. Sıvının viskozitesi ortamın sıcaklığına bağlıdır. Artan sıcaklıkla sıvılar daha fazla akışkan olurlar, yani viskoziteleri düşer. Ses hızı havanın sıcaklık ve yoğunluk durumuna göre değişir. Havacılıkta hesaplaması sıcaklığa göre yapılır. Formülü $a_s=20,05\sqrt{T}$ şeklindedir. Standart atmosfer Standart atmosfer, dikey ayırma, aerodinamik deneyleri ve performans hesapları gibi ihtiyaçlar için oluşturulmuş bir modeldir. Standart atmosfere göre tropopoz tabakası 11 km yükseklikte bulunurken sıcaklık her bir kilometrede 6,5°C düşecek şekilde kabul edilir. • Basınç: 1013,25 hPa • Sıcaklık: 15 °C = 288,15 K • Yoğunluk: 1,225 kg/m³ • Spesifik sıcaklık oranı: 1,4 (γ) • Havanın gaz sabiti: 287,05 J/kg K Kanat Profili Terminolojisi Uçağın uçmasını sağlayan her şey, ya aerodinamik ile ya da hidrostatik ile ilgilidir. Uçağın uçmasını sağlayan parçası olan kanadın terminolojisini de bu hususta bilmemiz gerekmektedir. Hücum kenarı, hücum açısı, firar kenarı, veter (kord) hattı, kamburluk hattı, maksimum kalınlık, kamburluk, kanat tespit / geliş (insidans) açısı, dihedral ve anhedral açı kanat profili terminolojisinde önemli terimlerdir. Uçuşta Etki Eden Kuvvetler Hava aracına uçuşta etki eden kuvvetler 4'e ayrılır. Bunlar: • Kaldırma ve ya taşıma kuvveti (Lift) • Ağırlık (Weight) • Çekme ve ya İtme (Thrust) • Sürüklenme (Drag) Uçakta denge durumu: KALDIRMA = AĞIRLIK ve ÇEKME = SÜRÜKLEME Uçak Eksen Hareketleri Uçaklar; • Boylamsal / Uzunlamasına eksen • Yatay / Enlemesine eksen • Dikey eksen Boylamsal eksen, uçağın burunundan kuyruğuna kadar olan eksendir. Uçak bu eksen üzerinde yatış (roll) hareketini yapar. Dikey eksen, uçağın gövde üst kısmından, gövde alt kısmına uzanan eksendir. Yatay eksen, uçağın bir kanat ucundan diğer kanat ucuna uzanan eksendir. Uçak, bu eksen üzerinde yunuslama (pitch) hareketini yapar. Bir Cismin Etrafındaki Hava Akışı ve Etkileri Sınır Tabakası Kanat profilinde, yüzeye yakın olan yerlerde, havanın viskozitesi sebebiyle hava parçacıkları yüzeye yapışır. Böylece bu noktada havanın hızı sıfır olur. Yüzeyden uzaklaştıkça, parçacıklar arasındaki sürtünme kuvveti azalır ve yavaş yavaş gerçek hava hızına erişmeye başlarlar. Hava parçacıklarının sıfır hızdan, gerçek hava hızını erişinceye kadar kat ettikleri mesafeye, sınır tabakası denir. Sınır tabakası laminer (düzgün) ya da türbülanslı olabilir. Tutunma Kaybı (Stall) Perdövites olarak da tabir edilen tutunma kaybı, hava aracının kaldırma kuvvetinin, uçuş için yeterli olmaması ve hava aracının bu sebeple hava içinde tutunamaması ve irtifa

kaybetmesidir. Genellikle uçağın uçması gereken asgari hız olan stall hızının altındaki hızlara düşmesi sebebiyle gerçekleşir. Düşük hızın yanında; yüksek hızda yapılan ani manevralar da bu duruma sebep olabilir.

KANAT PROFİLİ

Kanat profili, kanadın yandan iki boyutlu olan kesimidir. Uçak kanadı gibi çok büyük olan elemanlar üzerindeki akım, iki boyutlu karakteristiği gösterdiği için, bu elemanlara ilk yaklaşım, iki boyutlu oldukları farz edilerek yapılır. Kanat profilinin iki boyutlu kesiti ile • Sıfır taşıma kuvvetinin olduğu hücum açısı • Taşıma kuvvetinin eğrisi • Tutunma kaybı bölgesindeki hava akımları • Aerodinamik merkez etrafındaki yunuslama hareketi • Parazit sürüklenme gibi, uçak kanadının üç boyutlu karakteristiklerini öğrenebiliriz. Kanat profillerinin ürettiği taşıma kuvveti genellikle sahip oldukları hücum açısı sayesinde oluşur. Uygun bir hücum açısına sahip kanat profili, karşıladığı havayı aşağı doğru iter, bunun sonucunda hava akımı da kanat profilini yukarı doğru iter. Aerodinamik kuvvet olarak adlandırılan bu kuvvet, taşıma ve sürüklenme bileşenlerinden oluşur. Çoğu kanat profili taşıma kuvvetini üretmek için hücum açısına ihtiyaç duyar. Kamburlaştırılmış kanat profilleri için böyle bir zorunluluk yoktur. Kamburlaştırılmış kanat profilleri sıfır hücum açısı ile taşıma kuvveti oluşturabilirler. Kanat profilinin kambur yapısı sayesinde hava akımları düz olarak değil, kanadın altında ve üstünde kıvrımlı olarak, farklı hızlarda hareket ederler. Bernoulli teoremi ile açıklanan bu durum kanat profilinin üstünde daha hızlı, dolayısıyla basıncı daha düşük bir hava akımı oluştururken, kanat profilinin altında daha yavaş ve basıncı daha yüksek bir hava akımına sebep olur. Kanat profilinin altına oluşan yüksek basınç ve üstünde oluşan alçak basınç sayesinde taşıma kuvveti elde edilir. Kanat profili tasarımı aerodinamiğin en önemli bölümlerinden biridir. Zira çeşitli profilleri, farklı uçuş rejimleri için tasarlanırlar. Ses altı uçuşlar için asimetric profiller, taşıma kuvveti oluşturmak için hücum açısına ihtiyaç duymazken simetric profiller ise manevra kabiliyeti sebebi ile akrobatik uçuşlar için uygundur. Profilin yüzeyleri Profilin sırt kısmı, kanat profilinin üst kısmıdır. Genellikle hava akış hızının hızlı olduğu ve basıncın az olduğu ksımdır. Profil geometrisi Hücum kenarı, kanat profilin en ön kısmıdır. Hava akışını karşılayan taraftır ve kanat profilinin azami kıvrıma eriştiği bölgesidir. Profilin şekli Kamburluk hattı, kanat profilinin karın sırt bölümlerinin tam ortasından geçen noktalar kümesidir. Kamburluk hattının şekli, kanat profilinin kalınlık dağılımı ile doğrudan ilişkilidir. KANATLARA GÖRE SINIFLANDIRMA Günümüzde kanatlar; • Ana iniş takımlarını üzerinde taşımak • Güç grubunun tamamını veya bir kısmını üzerinde taşımak • Yakıt depolarını taşımak • Savaş uçaklarında ilave yakıt ve muharip mühimmat taşımak • Hava aracını yönlendirmek gibi amaçlar için de kullanılabilir. Uçak Kanadına Verilen Açılar Ok açısı Kanatlara verilen ok açısı, kanadın üzerinden akan havanın süpersonik hızlara ulaşmasını geciktirir. Bu da süpersonik uçuştan kaynaklı sürtünmenin artmasına engel olur. Kanat tespit / Geliş açısı Kanat, gövdenin uzunlamasına eksenine göre belirli bir açı verilerek tespit edilir. Bu açıya kanat tespit açısı denir. Kalkış ve inişlerde bu açı kolaylık sağlar. Dihedral ve anhedral açılar Dihedral açı, kanat ile kanat eksenine paralel düzlem arasında kalan açıdır. Alttan kanatlı uçaklarda yatış kararlılığını artırır. Uçağın spine (stall olup düşerken kontrolsüzce roll eksenini etrafında dönmesi) girmesini engeller. Anhedral ya da negatif dihedral açı, yatış kararlılığının çok yüksek olduğu ve bu sebeple manevra yapması çok zor olan üstten kanatlı uçaklarda, yatış kararlılığını düşürmek için kullanılır. Anhedral açı ile yatış kararlılığı düşürülen uçağın manevra yapması kolaylaşır. Kanat Sayısı Günümüzde hava araçlarının neredeyse hepsi tek kanatlı olarak üretiliyorlar. İstisnai olarak çift kanatlı uçaklara rastlasak da üç kanatlı uçaklar günümüzde kullanılmıyor. Geçmişte üretilen uçaklarda kanat sayısının fazla olmasının sebebi, kanat alanını artıracak şekilde büyük, tek bir kanat üretiminin mümkün olmaması idi. Teknoloji geliştikçe daha sağlam materyallerden kanat üretimi yapılabilmeye başlandı ve uçaklarda kullanılan kullanılan kanatların alanları ve boyutları artırılıp sayıları düşürüldü. Az sayıda da olsa kullanılan çift kanatlı uçakların avantajı ise tek kanatlı uçaklara göre yüksek manevra kabiliyetine sahip olmalarıdır. Kanat açıklığı fazla olan tek kanatlı bir uçakla, kanat açıklığı yarısı kadar olan çift kanatlı bir uçağın manevralarını yapmak mümkün değildir. Kanat Sayısı Günümüzde hava araçlarının neredeyse hepsi tek kanatlı olarak üretiliyorlar. İstisnai olarak çift kanatlı uçaklara rastlasak da üç kanatlı uçaklar günümüzde kullanılmıyor. Geçmişte üretilen uçaklarda kanat sayısının fazla olmasının sebebi, kanat alanını artıracak şekilde büyük, tek bir kanat üretiminin mümkün olmaması idi. Teknoloji geliştikçe daha sağlam materyallerden kanat üretimi yapılabilmeye başlandı ve uçaklarda kullanılan kullanılan kanatların alanları ve boyutları artırılıp sayıları düşürüldü. Az sayıda da olsa kullanılan çift kanatlı uçakların avantajı ise tek kanatlı uçaklara göre yüksek manevra kabiliyetine sahip olmalarıdır. Kanat açıklığı fazla olan tek kanatlı bir uçakla, kanat açıklığı yarısı kadar olan çift kanatlı bir uçağın

manevralarını yapmak mümkün değildir. Kanat Şekli Konik Kanat Konik kanatlar, dikdörtgen kanatların elipse doğru evrilmiş hâlidir. Eliptik kanatlar kadar efektif olmasalar da eliptik kanatlara göre üretim kolaylığı sağladığı için, efektiflikten biraz taviz verilebilmektedir. Kanat uçlarında oluşan türbülanslar göz ardı edilebilecek kadar küçüktür. Ok açılı / Kırılmaç kanat Ok açılı kanat adını, uçağa üstten bakıldığında kanatlarının geriye çekilmiş bir ok gibi görünmesinden almıştır. Ok açılı kanatlar; genellikle jetler, iş jetleri ve ticari uçaklar gibi uçuşunu ses hızına yakın hızlarda yapan hava araçlarında kullanılır. Kanatlara ok açısının verilmesinin sebebi ise daha önce de değindiğimiz gibi, kanat üzerinden akan havanın süpersonik hızlara ulaşmasını geciktirmektir. Böylece süpersonik hız kaynaklı oluşan eğik şok dalgaları oluşmaz ve ekstra yakıt sarfıyatı ile sürüklenme, buna türbülans ve muhtemel kontrol kayıpları engellenmiş olur. Dikdörtgen Kanat Dikdörtgen kanat, üretimi en kolay olan kanat tipidir. Konikleştirilmemiş, gövdeden neredeyse dik açıyla uzanan kanat tipleridir. Genellikle küçük uçaklarda kullanılır. Aerodinamik olarak efektif olmayan bu kanatların dezavantajı indüklenmiş sürüklemeye fazla sebep olmalarıdır. Eliptik Kanat Eliptik kanatlar, aerodinamik olarak en efektif kanat tipidir çünkü taşıma kuvvetinin kanada dağılımı, indüklenmiş sürüklemeyi mümkün olan en aşağı seviyeye çeker. Eliptik kanadın asıl üretilme amacı sürüklemeyi düşürmekten ziyade, askerî amaçlı üretimlerde iniş takımları ile faydalı yükler dediğimiz yakıt tankları ve muharip mühimmatları kanatta taşıyabilmektir. Bu yüzden kanat olabildiğince ince olmalıydı. Elips şekli kanadın olabilecek en ince şekilde üretilmesine olanak verdiği için bu şekil tercih edilmiştir. Eliptik kanadın dezavantajı ise üretiminin oldukça zor olmasıdır Delta Kanat Delta kanatlar üçgen şeklindeki kanatlardır ve isimlerini şeklen benzer oldukları Yunan harfi deltanın (Δ) büyük yazımından alırlar. Kanat hakkındaki ilk teorik fikirlerin geçmişi oldukça uzun olsa da jet motorların kullanımına kadar varlıkları sadece teorik olarak kalmıştır. Yüksek hızlarda uçuşlar için tasarlanan delta kanatlara sahip uçaklar, düşük hızlarda yüksek hücum açısı ile uçmak zorunda oldukları için maruz kaldıkları sürüklenme kuvveti artar. Bu sebeple tutunma kaybı yaşamamak için kuvvetli motorlara sahip olmak zorundadırlar. Muharip uçaklarda tercih edilen bir kanat türü olduğu için de bu durum sıkıntı yaratmamaktadır.

İNİŞ TAKIMI

Hava araçlarının iniş, kalkış operasyonlarında ve yer hareketlerinde yer ile temasını ve hareketini sağlayan sistemlere iniş takımı diyoruz. İniş takımları, bu operasyonlarda ama özellikle inişte, hava aracının ağırlığının oluşturduğu çok yüksek basınç ile başa çıkabilecek şekilde tasarlanırlar. Bu sebeple, hava aracının birincil yapısal elemanlarına bağlı olacak şekilde tasarlanırlar. İniş Takımlarının Görevleri Hava araçlarının yer hareketinin güç kaynağı iniş takımları değildir. Hava araçları yerde gitmek için tasarlanmadıkları için, yer hareketini sağlamak amacıyla iniş takımlarına ayrı bir sistem eklemek maliyet, ağırlık ve işçilik gibi faktörlerde artışa sebep olacağından dolayı yer hareketi için gerekli olan itiş gücü; motor, pervane gibi ana güç üreticileri ile elde edilir. Hava araçlarının iniş takımlarının yer hareketi ile alakalı en önemli niteliği, hava aracına yön vermesidir. İniş takımlarının en zorlu görevleri için iniş diyebiliriz. Zira iniş takımları, hava aracının iniş sırasında hem yatay hem de dikey hız bileşenlerin etkisine maruz kalmaktadır ve çok ciddi bir basınç kuvveti ile başa çıkmaktadırlar. İniş takımlarının bir diğer görevi ise kalkış koşusu sırasında ortaya çıkan sürtünme ve basınca dayanmaktır. Aynı zamanda kalkış koşusunda, kalkışın herhangi bir sebeple iptal edilmesi durumunda yapılan ani frenleme ve ortaya çıkan basınca dayanıp hava aracının pist dışına çıkmamasını sağlamaktır. İniş Takımları Çeşitleri İniş takımları; maliyet, teknoloji, hava aracının kullanım amacı, hava aracının büyüklüğü ve ağırlığı gibi sebeplerle farklı yerleşim düzenlerine sahiptirler. Geleneksel İniş Takımları Geleneksel iniş takımları, ana dikmelerin uçağın ağırlık merkezinin önüne yerleştirildiği şeklindedir. Ana dikmelerin uçağın ağırlık merkezinin önünde olması, uçağın kuyruk tarafında destek amaçlı bir üçüncü dikme gerekliliği oluşturur. Bu yerleşim şekline geleneksel denmesinin sebebi, geçmişte çok yoğun şekilde kullanılıyor olmasından kaynaklanmaktadır. Günümüzde eğitim, eğlence, zirai ilaçlama gibi işler için kullanılmaktadır. Geleneksel dizaynın belirli avantajları vardır. Kuyruk dikmesi, ağırlık merkezinden uzak olduğu için üzerine binen yük fazla olmaz. Bu sayede hafif ve küçük olarak üretilebilir, yani düşük maliyetlidir. Geleneksel yerleşimin dezavantajları da mevcuttur zira günümüzde çok yaygın olarak kullanılmamaktadır. Pilot kalkış sırasında pisti kesinlikle göremez. Uçağın yapısından dolayı yüksek olan hücum açısı, motor performansını olumlu yönde etkilese de yüksek rüzgârın olduğu durumlarda bir kanadın yükselip diğerinin yere vurması gibi sorunlar çıkarabilmektedir. Üç Tekerlekli İniş Takımları Ana dikmelerin uçağın ağırlık merkezinin çok az gerisinde olduğu, destek ve yönlendirme için ek dikmenin burunda olduğu yerleşim şekline üç tekerlekli iniş takımları denmektedir. Günümüzde en yaygın olarak kullanılan; iniş, kalkış ve taksi hareketlerinin en kolay yapılabildiği yerleşim sistemi üç tekerlekli sistemdir. Üç tekerlekli sistemde, uçağın kanat vurma ihtimali, diğer yerleşim sistemlerine göre daha düşüktür çünkü ana dikmeler, uçağın ağırlık merkezine yakındır. Uçağın burnu havada olmadığı için pilotun görüşü çok daha iyidir. Çapraz rüzgârdan çok daha az etkilendiği için de, iniş – kalkış çok daha kolay yapılabilmektedir. Üç tekerlekli yerleşimin dezavantajlarında da mevcuttur. Ana dikmeler ağırlık merkezine yakın olduğu için, uçağın iniş ve kalkışta kuyruk vurma riski vardır. Bu durum, ciddi yapısal hasarlara sebep olabilir. Diğer bir dezavantajı ise yere ilk konan yerin burun dikmesi olması durumudur. Tandem İniş Takımı Çok fazla tercih edilmeyen bu konfigürasyonda ana dikmeler ve kuyruk dikmesi, uçağın uzunlmasına eksenini üzerinde yerleştirilmişlerdir. GÖVDE Gövde, kuyruk takımı ve kanadın monte edildiği, hava aracının tasarımına göre; motor, yük, yolcu, kargo ve iniş takımları, hidrolik sistemler gibi diğer gerekli elemanlar için yer sağlayan temel elemanlardan biridir. Hava aracının boyuna ve hızına göre uçuş sırasında maruz kalacağı bazı etkenler olacaktır. Bu etkenlerin sebebi de kısaca, daha önceki ünitelerde bahsettiğimiz, uçuşa etki eden kuvvetlerdir diyebiliriz. Sebebi ise itiş kuvveti ile sürüklemenin ve taşıma kuvveti ile yer çekimi kuvvetinin birbirine zıt yönlerde uçağa kuvvet uygulamasıdır. Makaslama, genellikle vida ve civatalarda meydana gelen bir zorlamadır. Birbirine monte edilmiş parçaların farklı yönlerde hareket etmeye çalışması sebebiyle gerçekleşir. Gerilme, bir parçanın iki ucunun birbirinden uzaklaşacak şekilde hareket etmeye çalışması sonucu ortaya çıkan zorlamadır. Bükülme, cismin hem gerilme hem de sıkışma zorlamalarına maruz kalması durumudur. Burulma, bir cismin iki ucundan farklı yönlere dönmeye zorlanmasıyla oluşur. Sıkışma, bir cismin iki ucundan birbirine doğru iki kuvvet tarafından zorlanmasıyla meydana gelir. Hava aracının istenen kapasitesi büyüklüğüne göre aerodinamik anlamda da avantajlı bir yapı oluşturulması gerekmektedir. Gövdenin tasarımı sürüklemeyi mümkün mertebe azaltmalıdır. Gövde, üzerinde taşıyacağı kanat, kuyruk takımı, motor, iniş takımları gibi tertibatlar için

uygun bağlantı noktalarına sahip olmalıdır. Herhangi bir sıkıntı durumunda; tamir, bakım, söküm, değişim gibi işlemler için bu tertibatlara erişimin kolay olacağı bir şekilde tasarlanmalıdır. Gövde yapısı, uçuş boyunca taşıyacağı mürettebatı, yolcu, kargoyu sağlıklı bir şekilde muhafaza edebilecek bir yapıda olmalıdır. Basınçlandırma ve iklimlendirme sistemleri zamanla gövde yapısında metal yorgunluğuna sebep olabilir. Bu sebeple kontrolleri ve gerekli olduğu durumlarda parça değişimleri aksatılmadan yapılmalıdır. Hava akımına azami dirençli ve pilot için en uygun görüşü sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Gövde İnşasında Kullanılan Materyaller Alaşımların avantajı, temel metalin özelliklerinin istenilen düzeye getirilebilmesini sağlamaktır. Örneğin normal şartlarda çok yumuşak ve zayıf olan alüminyuma belirli oranlarda bakır, manganez ve magnezyum eklendiğinde, alüminyumun direnci birkaç kat artacaktır. Alaşımlar, saf hâldeki metallerin uygun olmadığı yerlerde kullanılırlar ve çok ciddi öneme sahiptirler. Alüminyum alaşımları, havacılık endüstrisinde çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Hafiflik – dayanıklılık oranı çok yüksek bir materyaldir. Oksitlenme ve paslanmaya karşı oldukça dirençlidir. Üretim ve şekillendirme için oldukça elverişlidir. Magnezyum, havacılık endüstrisinde kullanılan en hafif metaldir. Oksitlenme ve paslanmaya karşı dirençli olmaması sebebiyle ticari hava aracı tasarımında çok geniş kullanım alanı yoktur. Titanyum; hafif, oksitlenme ve paslanmaya dayanıklı, yapısal olarak da güçlü bir metaldir. Genellikle alüminyumun çok zayıf, çeliğin çok ağır olduğu yerlerde kullanılmaktadır. Çelik alaşımları, hava aracında dayanıklılığın en önemli olduğu noktalarda kullanılır. Transparan plastik; güneşlikler, kokpit camları ve diğer saydam yüzeylerde kullanılırlar. Güçlendirilmiş plastik; anten kaportası, kanat uçları, stabilizatör uçları ve uçuş kumanda yüzeylerinin yapımında kullanılır. Dayanıklılık – hafiflik oranı gayet yüksek olan güçlendirilmiş plastik, aynı zamanda pas ve küfe karşı da dayanıklıdır. Kompozit ve karbon fiber yapılar, yüksek performanslı hava araçlarının gerek duyduğu daha yüksek dayanıklılık – hafiflik oranı olan madde ihtiyacı sebebiyle kullanılmaya başlanmıştır. Gövde Yapısal Elemanları Stringer, frame yapı elemanlarını birbirine ve gövde kaplamasına bağlarlar. Gövde iskeletinin şeklini oluştururlar. Lonjeron, stringerin monokok tipteki gövdelerde kullanılan adıdır. Boru şeklinde yapıya sahiptirler. Bulkhead, gövde üzerinde yüksek yoğunluklu bölgelere yerleştirilen ve yüklerin yaptığı basıncı taşıyıp farklı yerlere dağıtan dairesel, yapısal olarak güçlü yapı elemanlarıdır. Frame, uçağın şeklini belirleyen ana yapı elemanıdır. Gövde üzerinde oluşan yükleri taşır. Former, monokok yapıda bulunan framelere verilen isimdir. Doubler, kapı ve pencere bölmeleri gibi güçlendirme gereken yerlerde kullanılan güçlendirme katlarıdır. Gövde yüzeyi, gövdenin dış şeklini oluşturur. Stringer ve framelerin dizilimine göre gövdeyi sarar. Gövde Yapıları Gövde iskeleti, aksel çubuklardan inşa edilmiş ise bu yapıya kafes yapı denmektedir. Metal elektrik direkleri gibi içi boş çelik boruların birbirleri ile bileştirilmesi ile oluşturulmuş yapılar diyebiliriz. Hafiflik istendiği zaman çelik yerine alüminyum alaşımları da kullanılabilir. Tüm yükü gövde kaplamasının taşıdığı, dairesel kirişten ve kaplamadan oluşan gövde yapısına monokok yapı denmektedir. Yapısal sağlamlığı, kaplamanın yapıldığı madde ile ilgilidir. Lonjeron ya da yatay desteklemeler kullanılmaz. Kaplama, direkt olarak dairesel kirişlere bağlıdır. Günümüzde en yaygın olarak kullanılan gövde yapısı tipi yarı monokok gövde yapısıdır. Modern yolcu uçaklarının hemen hepsi bu yapı ile inşa edilir. Yarı monokok gövdelerin yapımı, farklı parçaların ayrı ayrı üretilip sonradan montajlanması şeklinde gerçekleşir. Bu yapı tipinde; bulkhead, stringer, frame gibi birden fazla yük taşıyıcısı kullanılıp, kuvvetler farklı yerlere dağıtıldığı için, bu sistemle inşa edilen yapıların servis ömrü de uzun olmaktadır. Farklı destek elemanlarının kullanılması, ağırlığın dağıtılması ve tüm yapının olası olumsuzluklara karşı ekstradan kuvvetlendirilmiş olması, tek bir hata sonucu ağırlık dağılımı ve yapısal sistemin tamamen çökmesinin önüne geçmektedir.

Uçuş Eksenleri ve Uçuşa Etkiyen Kuvvetler

Her hava aracı uçuş sırasında, birbirine karşı dört kuvvetin etkisi altındadır. Bunlar; itiş kuvveti, sürüklenme kuvveti, ağırlık, taşıma kuvveti olarak adlandırılırlar. İtiş kuvveti, hava aracının gücü üreten herhangi bir sistemi tarafından, genellikle motorlar ile sağlanır. Hava aracının hareket ettiği yönü belirler. Ağırlık, uçağa dünyanın merkezine doğru olacak şekilde kuvvet uygulayan, yerçekimi kuvvetidir. Uçağın ağırlığının eşit olarak dağıtıldığında, bu kuvvetin etki ettiği tek yer uçağın ağırlık merkezidir. Ağırlık merkezi, uçağın ağırlığının etki ettiği nokta olarak kabul edilir. Aynı zamanda uçağın hareket eksenlerinin kesiştiği noktadır. Taşıma kuvveti, kanadın üzerinden ve altından akan havanın hızının farklılığı kullanılarak oluşturulan basınç farkı ile elde edilen ve hava aracına yerçekiminin tersi yönde etki eden kuvvettir. Sürüklenme kuvveti, uçağın hareket yönünün tersi yönde etki eden kuvvettir. Uçaklar, uçağın ağırlık merkezinde kesişen ve birbirine dik olan 3 eksen üzerinde hareket etmektedir. Birbirini dik kesen bu eksenler; • Boylamsal / Uzunlamasına eksen • Yatay / Enlemesine eksen • Dikey eksen olarak adlandırılırlar. Boylamsal eksen, uçağın burnundan kuyruğuna kadar olan eksendir. Uçak bu eksen üzerinde yatış (roll) hareketini yapar. Uçağın bu eksen üzerinde yaptığı hareketler; spoiler ve aileron ile sağlanır. Dikey eksen, uçağın gövde üst kısmından, gövde alt kısmına uzanan eksendir. Uçak bu eksen üzerinde dönme (yaw) hareketini yapar. Uçağın bu eksen üzerinde yaptığı hareketler rudder (istikamet dümeni) ile kontrol edilir. Yatay eksen, uçağın bir kanat ucundan diğer kanat ucuna uzanan eksendir. Uçak bu eksen üzerinde yunuslama (pitch) hareketini yapar. Uçağın bu eksen üzerinde yaptığı hareketler elevator (irtifa dümeni) ile sağlanır. Hava araçları bu hareketleri yaparken uçak üzerinde bulunan sistemleri kullanır. Uçuş Kumanda Yüzeyleri Uçuş kumanda yüzeyleri, pilotların hava aracını yönlendirmelerini sağlayan sistemlerin genel adıdır. Uçuş kumanda yüzeyleri kumanda yüzeyinin büyüklüğüne, kullanım amacına ya da ekonomik durumuna göre; • Mekanik / Manuel • Hidrolik • Pnömatik • Elektrikli sisteme sahip olabilirler. Mekanik sistemler, pilotun kumanda yüzeylerini kas gücüyle hareket ettirebilmesine imkân verdiği için genellikle düşük hızda uçan, küçük uçaklarda kullanılır. Levye, doğrudan çelik halatlarla kontrol yüzeyine bağlanır. Hidrolik sistemler, uçaklarda pilotun kas gücü ile hareket ettiremeyeceği sistemler için kullanılır. Basınçlı sıvı prensibine göre çalışan bu sistemlerde pilot levye ile hidrolik valfini kontrol eder, valf aracılığıyla kumanda yüzeyi kontrol edilir. Pnömatik sistemler, gazın basıncı kullanılarak pilotun kas gücünün yetmeyeceği kumanda aletleri için kullanılır. Gaz sıkıştırılabildiği için hidrolik sistemler kadar kuvvet üretilemez ama daha küçük bir sistem olduğu için hidrolik sisteme göre yerden ve ağırlıktan tasarruf sağlar. Elektrikli sistemler, kumanda yüzeyini hareket ettirmek için kumanda yüzeylerine motor sistemlerinin bağlandığı sistemlerdir. Pilot, butonlar ile motor sistemlerini kontrol eder, motor sistemleri de kumanda yüzeylerini hareket ettirir. Kuyruk Takımı (Empennage) Uçağın arka kısmına kuyruk ya da kuyruk takımı denir. Kuyruk takımı uçağın yanlamasına ve dikelmeye sabitliğini sağlar. Uçağın aerodinamik merkezi ve ağırlık merkezinin farklı olmasının sebep olduğu farklılıkları ve düzensizlikleri dengeler. Bünyesinde iki adet elemanı bulundurur; Yatay stabilizatör Uçağın yunuslama hareketini dengelemek için kullanılır. Uçağın gövdesine monte edilebileceği gibi dikey stabilizatörün herhangi bir noktasında bulunabilir. Dikey stabilizatör Uçağın sapma hareketini dengelemek için kullanılır. Gövdeye dik biçimde uçağın arkasına yerleştirilir. Üzerinde istikamet dümenini bulundurur. Uçuş kontrol yüzeyleri kullanım alanlarına göre ikiye ayrılırlar. Bunlar; Birincil kontrol yüzeyleri, hava aracının uzunlamasına, yatay ve dikey eksenlerdeki hareketlerini yapmasına olanak sağlar. İkincil kontrol yüzeyleri, hava aracına düşük hızlarda fazladan taşıma kuvveti sağlama, hız kesme ve eksen hareketlerini gerçekleştirirken birincil kontrol yüzeylerine yardımcı olmak gibi amaçlarla kullanılır. Birincil Kontrol Yüzeyleri Hava araçlarının eksen hareketleri yapmasını sağlayan ana kontrol yüzeyleridir. Birincil kontrol yüzeyleri; • Kanatçık (Aileron) • İrtifa dümeni (Elevator) • İstikamet dümeni (Rudder) • Spoiler • Ortak kullanılanlar o Taileron o Elevon o Ruddervator isimli kontrol yüzeylerinden oluşur. Bunlara ek olarak birleştirilmiş kumanda yüzeyleri de mevcuttur. Kanatçık Kanatçıkların görevi, uçağa uzunlamasına ekseninde yatış hareketi yaptırmaktır. Kanatların firar kenarında, kanadın ucunda olurlar. Kanatçıklar birbirlerine ve kokpitteki levveye kablolar aracılığıyla bağlıdırlar. Levye, sağa doğru yatırıldığında sağ kanatçık kalkar, sol kanatçık iner. Dolayısıyla uçak sağa yatar. İrtifa dümeni İrtifa dümeni, uçağın yatay eksen üzerinde yunuslama hareketi yapmasını sağlar. Genellikle sabit bir yüzey olan yatay stabilizatöre bağlı, yan yana iki parçadan oluşur. Kanatçıkların aksine irtifa dümeninde parçalar beraber hareket ederler.

Çalışma prensipleri ise kanatçıklarla benzerdir. İstikamet dümeni İstikamet dümeni, uçağın dikey ekseninde sapma hareketini yapmasını sağlar. Dikey stabilizatörün firar kenarına yerleştirilir. İstikamet dümeni levye ile değil, pedallarla kontrol edilir. Spoiler Spoiler, genellikle uçaklarda taşıma kuvvetini düşürmek için kullanılır. Kanat üzerinde, firar kenarına yakın olarak konumlandırılan spoiler, kanada dik olacak şekilde açılırlar ve açıldıklarında hava akışını bozarak uçağın kaldırma kuvvetini ve hızını düşürür, böylece alçalma sırasında istenmeyen şekilde hızlanmanın önüne geçerler. Uçuş sürecinde ise kanatçıklar ile koordineli olarak hareket ederek uçağın yatış hareketini yapmasına yardımcı olurlar. Ortak kullanılanlar Bu kumanda yüzeyleri, tek başlarına birden fazla yüzeyin görevini yerine getirebilen yüzeylerdir. Taileron, irtifa dümeni ile kanatçıkların görevini tek başına yerine getirdiği sistemlerdir. Uçağın kuyruk bölgesinde, yatay stabilizatör üzerinde bulunurlar. Elevon, irtifa dümeni ile kanatçıkların görevini yerine getiren sistemlerdir. Tailerondan farkı, elevonun kanatlarda bulunmasıdır. Delta kanatlı uçaklarda kullanılır. Ruddervator, irtifa dümeni ve istikamet dümeni yerine V şeklinde kuyruk kullanılan sistemlerdir. İkincil Kontrol Yüzeyleri İkinci kontrol yüzeyleri, uçağı yönlendirmekten ziyade, uçağın farklı ağırlıklarda, farklı hızlarda uçuş yapmasını güvenli bir şekilde sağlamak amacıyla kullanılırlar. İkincil kontrol yüzeyleri • Hava freni • Slat / Slot • Flap Hava freni Sürat veya dalış freni olarak da adlandırılırlar. Genellikle yaklaşma sırasında sürüklemeyi artırıp, hız kesmek ve yaklaşma açısını artırıp, pilota iyi bir görüş sağlamak amacıyla kullanılırlar. Spoilerden farkı, hava frenleri hava aracının hızını keserken taşıma kuvvetine yaptıkları etki çok az olur. Slat / Slot Slatlar, aktif hâle getirildiklerinde hava araçlarına daha yüksek bir hücum açısı ile uçma imkânı veren yardımcı kontrol yüzeyleridir. Flap Flaplar, genellikle kanadın firar kenarında bulunurlar. Düşük hızlarda yüksek taşıma kuvveti oluşturmak için kullanılan yüksek taşıma tertibatları olarak geçerler. Düz flap Flapın kanadın firar kenarına tutturulduğu hâlidir. Kanadın sadece kavisini artırır, dışarıya doğru herhangi bir uzanma yapmaz. Basit ve ucuz bir türdür. Ayrık flap Kanadın firar kenarının üst kısmının sabit kalıp alt kısmının menteşeler yardımı ile aşağı doğru eğildiği flap sistemidir. Oluklu flap Sabit flapla benzer prensipte çalışır. Flap firar kenarına tutturulur fakat firar kenarı ile flap arasında boşluk vardır. Bu boşluk sayesinde kanat alt yüzeyinden havanın bir kısmı üst yüzeye geçer ve hava akımının kanattan kopuşunu geciktirir. Fowlerflap Ayrık flapın aşağı doğru ayrılan hâlidir. Kruegerflap Diğer flapların aksine hücum kenarında bulunan bu flap, kapandığında tamamen içe çekildiği için hücum kenarı görevi görür.

Bordo Aletleri Çeşitleri ve Çalışma Prensipleri

Uçak bordo aletleri dediğimiz araçlar, pilota uçağın dikeydeki ve yataydaki hızı, irtifası, uçuş başı ve yatış açısı gibi kritik öneme sahip bilgilerini gösterir. Pilotun, dışarıdan herhangi görsel bir referans noktası olmamasına rağmen emniyet sınırları dâhilinde dönüş yapmasını sağlar. Bu aletler; • Pitot – Statik sistemler • Pusula sistemleri • Jiroskopik sistemler olmak üzere üç başlık altında incelenirler. Pitot – Statik Sistemler Pitot – statik sistemler, havanın pitot basıncı ve statik basıncını kullanarak uçağın irtifa, yatay hava sürati ve dikey hava sürati gibi değerlerinin hesaplanmasını sağlayan sistemlerdir. Dinamik basınç ve statik basıncın toplamını teşkil eden pitot basıncı, hava aracının süratinin hesaplanması için gereklidir. Diğer bilgilerin hesaplanması için statik basınç yeterlidir. Uçağın bahsettiğimiz bilgilerini elde edebilmek için hem uçağın bulunduğu irtifadaki hareketsiz havanın basıncı yani statik basınç ya da barometrik basınç, hem de uçağın hareket ederken akan havanın uçağa yaptığı basınç olan dinamik basıncın ölçülmesi gereklidir. Pitot – statik sistemler bize bu ölçümleri sağlarlar. Statik basınç, genellikle hava aracının yan tarafına, hava akışından etkilenmeyecek yerlere yerleştirilen statik portlar ile ölçülür. Pitot – statik sistem • Pitot tüpü ve kanalları • Statik port ve kanalları • Bağlı bulunan aletler sistemlerden teşekkül eder. Pitot tüpü ve kanalları Pitot tüpü, hava aracının hızını ölçmek için hava aracının dışına monte edilen L şeklinde bir cihazdır. Önünde dinamik basıncın gireceği, arkasında ise tahliye amaçlı bulunan, toplamda iki delik bulunur. Genellikle hava aracının burnunun ucuna ya da kanadın hücum kenarına monte edilir. Buzlanmaya bağlı tıkanma ihtimali sebebiyle içerisinde ısıtıcılar mevcuttur. Uçağın kullanılmadığı durumlarda ise toz, böcek ve benzeri sebeplerle tıkanmaması için, kılıfla kapatılmış şekilde durur. Statik port ve kanalları Statik port, genellikle hava aracının gövdesinin yan tarafında bulunan, gövdeye gömülü, küçük hava girişidir. Statik portlar, barometrik basınç ya da ortam basıncı olarak adlandırılan, hareketsiz havanın basıncı olan statik basıncı ölçerler. Bazı hava araçlarında, dışarıdaki bulunan statik portun tıkanması gibi ihtimallere karşı, kokpit içerisinde de bir statik port bulunur. Pitot – statik sistemde, tüp ve portların tıkanmasına bağlı olarak ortaya çıkabilecek bazı sıkıntılı durumlar mevcuttur. Pitot tüpünün girişinin tıkanıp tahliye deliğinin açık olması durumunda hava aracı, hızını sıfır olarak okuyacaktır. Pitot tüpünün hem girişinin hem de tahliye deliğinin tıkanması durumunda ise hava hızı göstergesi, irtifa göstergesi gibi çalışmaya başlayacaktır. Hava aracının mevcut hızından ziyade, irtifa arttıkça hız göstergesindeki hız artacak, irtifa azaldıkça göstergedeki hız da azalacaktır. Statik portun tıkanması ama pitot tüpünün çalıştığı durumlarda ise hava aracının hızı zor da olsa ölçülebilir fakat değerler sağlıklı olmaz. İrtifa göstergesi ise tıkanıklığın yaşandığı seviyede sabit olarak kalacaktır. Dikey hız göstergesi ise sıfırı gösterecektir. Bağlı bulunan aletler Pitot – statik sistem üç adet cihazı kapsar. Bunlar; altimetre, hava hızı göstergesi ve dikey hız göstergeleridir. Altimetre Altimetre, hava aracının belirli bir referans noktasına göre dikey mesafesini ölçen aletin adıdır. Dikey mesafe ölçümünü, pitot- statik sistemlerden aldığı basınç değerine göre yapar. Yerden yükseğe doğru çıkıldıkça basınç düşer, altimetre de yükseklik veya irtifa hesaplaması yaparken bu basınç bu eğilimini kullanır. Referans aldığı basınç ile (deniz seviyesi basıncı, havalimanı basıncı vb.) hava aracının bulunduğu irtifanın basınç farkını dikey mesafeye çevirir. Hava hızı göstergesi Sürat saati olarak da adlandırılan hava hızı göstergesi, pitot – statik sistemlere dahil olan bir uçak bordo aletidir. Statik port ile pitot tüpünden aldığı basınç değerlerini karşılaştırıp, bunu hava aracının hız değerine dönüştürür. Dikey hız göstergesi Varyometre ya da alçalma tırmanma oranı göstergesi (RDCI) olarak da geçen dikey hız göstergesi pitot - statik sisteme bağlı çalışan diğer uçak bordo aletidir. Hava aracının hangi oranda alçaldığını veya tırmandığını genellikle dakikada kat ettiği feet cinsinden gösterir. Sadece statik basınç değişimini ölçtüğü için sıcaklık gibi etkenlerden etkilenmeyen varyometre, oldukça güvenilir bir alettir. Varyometrenin çalışma prensibi basittir. Statik porttan alınan basınç değerlerinin değişimi prensibiyle çalışır. Pusula Sistemleri Dünya üzerinde yön tespit etmeye yarayan cihazlara pusula denmektedir. Hava araçlarında kullanılan pusula da kuzey olarak manyetik kuzeyi referans alır. Manyetik pusulanın çalışma prensibi, manyetik olmayan bir kutu içerisinde bulunan ve bir ucu manyetik olan iğnenin dünyanın manyetik kutbu olan kuzeyi göstermesidir. Pusulanın gösterdiği kuzey ile meridyenlerin birleştiği gerçek kuzey farklı noktalardır. Jiroskopik Sistemler Düzdöner ya da cayroskop olarak da adlandırılan jiroskoplar bordo aletlerinde daha çok uçağın o anki durumunu gözlemlemek amacıyla kullanılmaktadırlar. Kendi eksenini etrafında dönerken hareket ettirilirse bile, kendi dönüş eksenini ve doğrultusunu bozmayan aletlerdir. Hava araçlarında jiroskopik

sistemlere bağlı olarak çalışan  adet bordo aleti mevcuttur. Bunları; • Dönüş – kayış göstergesi • İstikamet göstergesi • Durum cayrosu olarak sınıflandırabiliriz. Dönüş – kayış göstergesi Dönüş koordinatörü olarak da adlandırılan bujiroskopik bordo aleti, iki farklı durumu gözlemlemeye yardımcı olur. Hem uçağın dönüş oranını gösterir hem de uçağın dönüş sırasında içe kayma ya da dışa savrulma yapıp yapmadığını gösterir. İstikamet göstergesi Elektrikli ve vakumlu jiroskopik bir sistem olan istikamet göstergesi, uçağın yönünü pusulanın 360 derecelik açı cinsinden gösterir. Manyetik alanlardan etkilenmediği için manyetik pusulaya göre daha doğru bilgi verir. Durum cayrosu Durum göstergesi ya da yaygın olarak bilinen diğer adı yapay ufuk olan durum cayrosu, dünyanın ufkuna göre, uçağın durumunu ve en ufak yönelim değişimini gösteren sistemdir. Uçağın yatış ve yunuslama hareketlerini derece cinsinden gösterir.

Uçak Motorlarının Gelişim Süreci Birinci kuşak uçaklar, otomobil motorlarına benzeyen motorlarla çalışan pervaneli motorlardı. Hava ulaşımındaki en büyük gelişme 1952 yılında tepkili (turbojet) motorun kullanıma girmesiyle oldu. Pervaneli ve tepkili motorların kendilerine has üstünlükleri ve eksik yanları vardı. Her iki motorun üstün yanlarını tek bir motorda birleştirmeye yönelik çabalarda olmuştur. Bu yönde sağlanan gelişmelerden ikisi propjet motoru ve turbofan motoru olarak bilinmektedir. Wright Kardeşler'in 1903 yılındaki uçuşundan II. Dünya Savaşı'nın sonuna kadar uçaklara gerekli itki gücü pistonlu – pervaneli motorlardan elde edilmişti. Bu motorlar otomobil endüstrisinde kullanıldığından uçaklar için de doğal başlangıç noktasını oluşturdu. 1930'ların sonlarına doğru pervaneli uçak motorları artık pistonlu – pervaneli uçak motorları performans limitlerine ulaşmış, yüksek hızlara çıkılabilmemesinden dolayı jet tepkili uçak motorları gelişim sürecinde rol almaya başlamışlardı. 1950 yıllarında jet motorlarla güçlendirilmiş uçakların ses hızlarına kolaylıkla ulaşabiliyordu. 1950 yıllarının sonunda turbojet motorlar artık Comet, Caravelle ve Boeing 707 gibi ticari uçuşlara entegre oluyordu. Yüksek yakıt tüketimi ve ürettikleri yüksek sestten dolayı 1960'lı yıllara geldiğimizde yerini turbofan uçak motorlarına bırakacaktı. Yüksek by-pass oranlı turbofan motorların gelişimi sonucunda sağladığı; yüksek yakıt verimliliği ve güvenilirliği ile geniş gövdeli uçaklarda tercih sebebi olmaktaydı. 20. yüzyıl başlarında hava emişli jet motorları Lorin ve M. Guillaume tarafından patentlendirildi ancak bunlar uygulamaya geçirilemedi. 1903 yılında Elling gaz türbini fikrini patentleyerek, Norveç'te 11 hp gücünde bir prototip üretti. 1930 yılında İngiltere'den Sir Frank Whittle da turbojet motor fikrinin patentini alarak Power Jet Ltd. firmasında 1937 yılında ilk prototipini üretti. Yapılan çeşitli deneylerden oldukça başarılı sonuçlar alındıktan sonra İngiliz Hava Bakanlığı Gloster deneme uçağı üzerinde bir geliştirme programı başlattı. W1X motorunun başarılı geçen testlerinin ardından İngiliz uçak motor üreticileri bilhassa Rolls-Royce turbojet motorunu geliştirmeye başladı. Amerikan ordusu bu yeni motoru ve ilgili teknolojiyi, İngilizler ile çeşitli anlaşmalar sonucunda, benzer isimle (GE 1-A) Amerika'da üretmeye başladılar. By-pass özelliğine sahip turbofan motor fikri de yine Sir Frank Whittle aitti. Bu fikre öncülük eden turbojet motorlarının yakıt tüketimini azaltma çalışmalarıydı. Birleşik Krallık'ta turbojet motorlar ile ilgili çalışmalar yürütülürken Alman bilim insanı Von Ohain tarafından turbojet motoru üzerinde çalışılıyordu. Araştırma Heinkel'de özel bir takım tarafından yürütülüyordu. Prototip turbojet motor 1937 yılında üretildi. Radyal turbomakine bileşenleri ile birlikte yakıt olarak Hidrojen kullanılmıştı. Testleri tamamlanması sonrasında metrekarede 1000 hp beygire eşdeğer güce ulaşılmıştı. Aynı firma tarafından prototip uçak He – 178 üretilerek, yeniden şekillendirilerek uçağa uyarlanan motor ile entegre edildi ve He S3 ismini aldı. 1939 yılında, turbojet motorlu He – 178 uçağı ilk uçuşunu gerçekleştirdi. Ayrıca bu uçuş; turbojet motorlarının güçlendirmesi ile gerçekleştirilen ilk uçuştur. Yüksek hız seviyelerine ulaşarak başarılı uçuş gerçekleştiren uçak, Alman uçak motor firmaları olan Junkers ve BMW ile Heinkel arasında iş birliği geliştirildi. Motor daha ileri seviyeye taşınacak ve aksenal akışlı kompresör ve türbin kullanılacaktı. Jumo004B motoru gelişmiş Alman savaş uçaklarında kullanıldı. Turbojet motorundaki gelişmeler 2. Dünya Savaşı sonuna kadar devam etti. Von Ohain'e göre; ilk gelişimden günümüzdeki teknolojik seviyeye kadar motor teknolojisindeki gelişim • Yanma prosesinin araştırılması sonucunda, yanma odasına giren kütle akışının artması ve basınç düşmelerinin azaltılması ile %99'lara ulaşan yanma verimliliği • Yapısal tasarımın ve malzemelerin gelişimi • Hava soğutma etkinliğinin artırarak türbin sıcaklık kapasitesinin artırılması sonucunda türbin politropik verimin artması • İtki nozulunda ve uçakla ilgili diğer kısımlarda ileri kontrol seviyeleri • Kontrol sistemlerinin gelişimi • Titreşimlerin azaltılması Güncel Uçak Motor Tipleri Günümüzde en yaygın olarak kullanılan uçak motoru turbofan (veya fanjet) motorudur. Bu motor türbine bağlı büyük bir fan (pervane), oldukça yüksek debide havayı, tepkili motoru çevreleyen bir kanalda akmaya zorlar. Hava fan kanallarından daha yüksek bir hızla çıkarak, motorun toplam tepkisini önemli bir oranda artırır. Turbofan motoru, belirli bir güç için daha düşük hızla hareket eden daha fazla miktarda havanın, daha hızlı hareket eden daha az miktarda havadan daha büyük bir tepki oluşturma ilkesine dayanır. İlk ticari turbofan motoru 1955 yılında başarıyla denenmiştir. Uçak Motorlarının Yapısı Bir uçak üzerindeki turbofan motoru, daha düşük verimli bir turbojet motorundan, fanı örten tombul görünümlü motor kaplamasıyla kolayca ayırt edilebilir. Bir turbojet motorunda üretilen tepki, motordan ses hızının yaklaşık iki katında çıkan egzoz gazlarından kaynaklanır. Bir turbofan motorunda yüksek hızlı egzoz gazları, fandan geçen daha düşük hızlı havayla karışır ve böylece motor gürültüsü önemli

ölçüde azaltılır. Yeni soğutma teknikleriyle yanma odası çıkışındaki gaz sıcaklıkları 1500 santigratın üzerine kadar yükselebilmüş, böylece ısı veriminde önemli artışlar sağlanmıştır. Bu sıcaklık, türbin kanat malzemesinin 100 santigrat derece üzerindedir. Turbofan motorları, birim yolcu ve mesafe başına daha az yakıtla 400'den fazla yolcuyla 10000 km uzaklığa 900 km/saatten daha yüksek hızlarda taşıyabilen yaklaşık 400000 kg kütleyle sahip jumbojet gibi üstün teknoloji ürünü uçakların gelişmesine öncülük etmiştir. Bir turbofan motorunda yanma odasının dışından geçen havanın kütleli debisinin yanma odasından geçen havanın debisine oranına fan debi oranı (bypass ratio) denir. Yüksek fan debi oranına sahip ilk ticari motorlarda bu oran 5 değerindeydi. Bir turbofan motorunun fan debi oranının artırılması üreteceği tepkiyi artırır. Bu nedenle fanı örten motor kaplamasının kaldırılmasında yarar vardır. Bu şekilde elde edilen motor propjet motorudur. Turbofan ve propjet motorunun farkı, fan debi oranlarından kaynaklanmaktadır. Turbofan motorunda bu oran 5 veya 6 iken propjet motorlarda bu oran 100'e kadar çıkabilmektedir. Genel bir kural olarak pervaneli motorlar, jet motorlardan daha verimlidir. Fakat yüksek hızlarda ve seviyelerde verimi düştüğünden, düşük hız ve seviyelerle sınırlıdır. Eski tip propjet motorlarda (turboprop) hız yaklaşık 0.62 Mach sayısı (uçak hızının ses hızına oranı), yükseklik ise 9100 metre ile sınırlıydı. Yeni tip propjet motorlarda (propfan) ise hızın 0.82 Mach, yüksekliğinde 12000 metre olması beklenmektedir. Profan motoruyla çalışan orta boy ve mesafeli uçakların turbofan motoruyla çalışan uçaklarla aynı hız ve aynı yükseklikte fakat daha az yakıtla uçmaları beklenmektedir. Savaş uçaklarının motorlarında yapılan güncel bir düzenleme, türbinle lüle arasında bir art yakıcı (afterburner) bölümünün eklenmesidir. Kısa mesafe kalkışta veya savaş koşullarında olduğu gibi fazladan tepki durumu duyulduğunda, türbinden çıkan oksijen zengin yanma gazlarına yakıt püskürtülmesiyle yapılır. Fazladan sağlanan bu enerji sonucu egzoz gazları motoru daha yüksek bir hızla terk eder ve böylece daha büyük bir tepki sağlar.

UÇAK ELEKTRİK SİSTEMLERİ

Modern toplumların en çok tercih ettikleri ulaşım araçlarının başında gelen hava taşıtlarının (uçak, helikopter vb.) tercih nedenleri diğer taşıtlara göre daha güvenli ve hızlı bir ulaşım imkân vermesidir. Ülkemizde de hızla yaygınlaşan bu sektöre teknik anlamda destek sağlayacak elemanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ünite hava taşıtlarındaki elektriksel güç ünitelerinin bakımında ihtiyaç duyulacak temel bilgiler basitten karmaşığa doğru sıralanmış şekilde ve sizin anlayabileceğiniz sadelikte işlenmektedir. Başlangıçta da belirttiğimiz gibi hava taşıtları (uçak, helikopter) diğer taşıtlara göre daha güvenli bir ulaşım imkânı sağlamaktadır. Ancak bu güvenlik, hava taşıtlarındaki standart bakım ve onarım etkinliklerinin kurallara uygun olarak titizlikle yapılmasına bağlıdır. Akü Sistemlerinde Çalışırken Dikkat Edilecek Hususlar Batarya/Akü sistemlerinin tamir ve bakım işlemlerinde çalışılırken çok küçük ihmallerin büyük sonuçları doğurabileceği bilinciyle hareket etmek mesleğimizin temel ilkelerinden olmalıdır. Ünite kapsamında hava taşıtlarındaki elektriksel güç ünitelerinin bakımını yapabilecek seviyede temel bilgileri sizlere vermek ve bakım yapabilme yeteneğinin ve bakış açısının geliştirilmesi mümkün olacaktır. Kapsam ve Amaç Ünite kapsamında ele alınan akümülatörler veya bataryalar elektriği depo etmemektedir. Depo etmiş oldukları sadece kimyasal enerjidir. Batarya bir yüke bağlandığı zaman içinde bu kimyasal enerji (bataryanın içinde meydana gelen kimyasal reaksiyon sonucunda) elektrik enerjisi hâline geçer. Buna bataryanın deşarj olması denir. Akümülatörler veya akümülatör bataryaları (Bunlara şarj edilebilen pil de denir.) otomobillerin aydınlatma, ateşleme ve çalıştırma sistemlerine elektrik sağlamasında kullanıldığından hemen hemen herkes tarafından bilinir. Akümülatörler telefon santrallerine, denizdeki acil durumlar için kullanılan telsiz cihazlara, askerî ve sivil amaçlar için yapılmış çeşitli taşınır cihazlara elektrik gücü sağlar; taşınır elektrikle aydınlatma santralleri otomatik olarak çalışmalar için bu bataryalardan faydalanır. Akümülatörler veya bataryalar, elektriği depo etmez, depo etmiş oldukları sadece kimyasal enerjidir. Batarya bir yüke bağlandığı zaman içinde bu kimyasal enerji (bataryanın içinde meydana gelen kimyasal reaksiyon sonucunda) elektrik enerjisi hâline geçer. Buna bataryanın deşarj olması denir. Batarya uygun kabiliyette bir doğru akım kaynağına bağlanıp içerisinden akım geçirildiğinde kimyasal olay bu sefer tersine olarak meydana gelir ve batarya eski duruma geçer. Böylece elektrik enerjisi tekrar kimyasal enerjiye döndürülür ve depo edilmiş olur. Bu olaya da şarj denir. Bu sebepten kimyasal enerjinin depo edilebileceği, elektrik enerjisinin depo edilemeyeceği söylenebilir. Bundan dolayıdır ki akümülatörler için (kimyasal enerjiyi depo etme özelliğinden dolayı) akümülatör bataryaları (storage battery) terimi kullanılmıştır. Batarya uygun kabiliyette bir doğru akım kaynağına bağlanıp içerisinden akım geçirildiğinde kimyasal olay bu sefer tersine olarak meydana gelir ve batarya eski duruma geçer. Böylece elektrik enerjisi tekrar kimyasal enerjiye döndürülür ve depo edilmiş olur. Bu olaya da şarj denir. Bu sebepten kimyasal enerjinin depo edilebileceği, elektrik enerjisinin depo edilemeyeceği söylenebilir. Bundan dolayıdır ki akümülatörler için (kimyasal enerjiyi depo etme özelliğinden dolayı) akümülatör bataryaları (storage battery) terimi kullanılmıştır. Akümülatörlerin çalışması, kuru pillerde olduğu gibi kimyasal olaylara bağlıdır. Bununla beraber bir tek önemli fark, akümülatörler tekrar şarj edilebilir. Yine bir diğer perspektif olarak AC ve DC güç kaynaklarının ve elektriksel güç sistem elemanlarının bakım pratiklerini destekleyecek teorik bilginizin artırılması kapsamında çalışmalara yer verilecektir. Transformatörler Transformatörler ince, özel silisli saclardan oluşan kapalı bir manyetik gövde (nüve) ile bunun üzerine, yalıtılmış iletkenlerle sarılan sargılardan oluşur. En basit şekilde transformatörde iki sargı bulunur. Bu sargılardan birine primer veya birinci devre, ötekine ise sekonder veya ikinci devre denir. Primer ve sekonder sargılarının birbirleri ile elektriksel bir bağlantısı yoktur. Ancak özel olarak yapılan oto transformatörlerinde her iki sargı elektriksel olarak birbirleri ile bağlantılıdır. Transformatörün primer sargılarına alternatif bir gerilim uygulandığında bu sargı değişken bir manyetik alan oluşturur. Bu alan, üstünde sekonder sargısında bulunduğu manyetik demir nüve üzerinden devresini tamamlar. Primere uygulanan alternatif gerilimin zamana bağlı olarak her an yön ve şiddeti değiştiğinden oluşturduğu manyetik alanın da her an yön ve şiddeti değişir. Bu alanın sekonder sargılarını kesmesi ile bu sargılarda alternatif bir gerilim indüklenir. Görüldüğü gibi primer ve sekonder sargılarının birbirleri ile elektriksel hiçbir bağlantıları olmadığı hâlde 2. devrede manyetik endüksiyon yolu ile bir gerilim oluşabilmektedir. Transformatörün primer sargılarına doğru gerilim uygulandığında demir nüve üzerinde yine bir manyetik alan oluşur. Ancak bu manyetik alan, sabit bir alandır. Bu alanın yön ve şiddeti değişmediğinden sekonder

sargılarında bir elektro-motor kuvvet (emk) indüklenmesi söz konusu olmaz. Çünkü endüksiyon kurallarına göre değeri değişen manyetik alanlar tarafından etkilenen sargılarda endüksiyon gerilimleri oluşabilir. Doğru akımın verilmesi ile kesilişi esnasında sekonderde endüksiyon gerilimleri görülebilir. Ancak manyetik alanın değişimi sürekli olmadığından transformatörler doğru akımda kullanılmaz. Voltaj Regülatörü Bir alternatif akım jeneratörünün (alternatörün) alan sargıları uyarıcısı, genellikle bir doğru akım jeneratörü olduğundan normal doğru akım voltaj metodu kullanılabilir. Uyarıcı şönt alanının akımını AC jeneratöründeki değişikliklere göre değiştirecek cihaza (AC jeneratörü voltaj regülatörü) denir. Aynı zamanda bu cihaz AC akım voltajında düzeltici bir müdahale gerektirmediği zaman uyarıcı şönt alanına da uygun bir seviye sağlar. Aynı zamanda uyarıcı armatör çıkışının bu kısmının voltaj regülatörünün her iki uyarıcı şönt alanlarından geçip en sonunda uyarıcı armatörüne bağlandığına dikkat ediniz. Görüldüğü gibi uyarıcı, dalgalı akım jeneratör alanına ilaveten kendi kontrol alanına da doğru akım sağlamaktadır. O zaman voltaj regülatörünün esas görevi, AC çıkış voltajını uyarıcının kendi alanına vereceği akımı kontrolde ayarlayıcı olarak kullanmaktır. Meydana gelen AC'de bir yükselme uyarıcı kontrol alanı akımında bir düşmeye sebep olacaktır. Bu son iki durum voltaj regülatörünün içindeki iki özellik yüzünden meydana gelir. Bu özellikler rezistans (karbon disklerin) ve manyetik amplifikatör tip voltaj regülatöründe görülür. Bütün regülatör tipleri (karbon diskli, manyetik, amplifikatör ve transistörlü) aynı görevi yapar fakat bunların değişik çalışma prensipleri vardır. Transistörlü AC voltaj regülatörü uçakların son modellerinde kullanılmaya başlanmıştır. Transistörlü regülatörün hareketli parçası yoktur. Bu tip regülatörler devredeki voltajı hissederek ve değişiklikleri amplifike ederek birleşik uyarıcının alan sargısına verilen ortalama akımı değiştirmek suretiyle çalışır. Bu tip voltaj regülatörü, giriş redresörlü ayar devresi ve sıcaklık düzeltmeli zener diyot hata bulucu köprüsü ve üç safhalı transistör amplifikatöründen meydana gelmektedir.

Temel Fizik Kanunları ve Akışkanlar Mekaniği

Hidrolik ve Pnömatik Sistemlerin anlaşılabilmesi için aşağıdaki kavramların ve kanunların bilinmesi gerekir. Debi: Birim zamanda belirli hacimden geçen akışkan miktardır. Birimi kilogram/saniye veya litre/dakika'dır. Hız: Birim zamanda alınan yoldur. Birimi m/s veya km/h'tir. Basınç: Birim yüzeye etkiyen kuvvettir. Birimi bar'dır. Manometre: Durgun akışkan içerisinde akışkanın yüksekliğine göre basınç ölçen ölçüm aletidir. Yoğunluk: Birim hacmin ağırlığıdır. Birimi kg/m³'tür. Viskozite: Akışkanın akışa karşı gösterdiği dirençtir. Akışkan: En küçük kayma gerilmesi etkisinde bile sürekli şekil değiştirebilen maddedir. Akışkanlar Mekaniği: Durağan ve hareket hâlinde olan akışkanların Sıkıştırılabilirlik: Bir akışkanın hacminin değiştirilebilir olması akışkanın sıkıştırılabilir olduğunu gösterir. Paskal Kanunu: Yer çekimi ihmal edilirse, kapalı bir kaba etki eden kuvvetin etkisiyle oluşan basınç, sıvı tarafından kabın her noktasına aynı şiddette etki eder. Süreklilik denklemi: Farklı kesitleri olan bir boru içinden akan akışkanın debisi, borunun her noktasında aynı değerdedir, değişmez. Küçük kesitlerde hız yüksek iken büyük kesitlerde hız düşük olur. Hidrostatik basınç: Bir kap içinde bulunan durgun akışkan içerisindeki basınç kabın şeklinden ve kesitinden bağımsızdır. Sıvı kütlelerinin yüksekliğine, akışkanın yoğunluğuna ve yer çekimi ivmesine bağlı olarak kabın tabanına yapmış olduğu basınçtır. Bernoulli Kanunu: Basınç, hız ve yükseklik arasındaki bağıntıyı verir. Sürtünme etkisi ihmal edilebilen, kapalı bir boru içindeki sıvının sahip olduğu toplam enerji, akım çizgisi boyunca değişmez yani sabit kalır ($P/\rho g + V^2/2g + z = \text{sabit}$) Boyle-Mariotte Kanunu: Sıcaklık sabit tutulup hava sıkıştırılırsa sıkıştırılmadan önceki hacmi ve basıncının çarpımı, sıkıştırıldıktan sonraki hacmi ve basıncının çarpımına eşittir ($P_1.V_1 = P_2.V_2$) Archimedes Prensi: Bir akışkan içerisine daldırılan bir cisim etkiyen kaldırma kuvveti, bu cisim tarafından yer değiştirilen akışkanın ağırlığına eşittir. Uçak Hidrolik Sistem Elemanları Uçak hidrolik sistem elemanları; hidrolik depo, hidrolik pompa, filtre, regülatör, çek valf, manometre, emniyet valfi gibi temel elemanlardan oluşur. Hidrolik depolar Depo hidrolik sistemin çalışması için gerekli olan sıvının bekletildiği bölümdür. Aynı zamanda sistemden geri dönen sıvı tekrar depoya gelir ve sıvının soğuması sağlanır. Yerleşim yeri uçağa göre farklılık gösterebilir. Depo üzerinde kontrol sensörleri bulunur. Hidrolik pompalar Hidrolik pompalar, kullanılacakları yere göre farklı tiplerde üretilirler. Günümüzde havacılıkta; kanatlı tip, pistonlu tip ve dişli tip gibi pompalar kullanılmaktadır. Uçağın kokpitinde hidrolik pompanın ve diğer pompaların birer kumanda şalteri bulunur. Filtreler Filtreler, sistem elemanlarının arızalanmasını önlemek için hidrolik sisteme giren yabancı maddeleri temizler. Regülatörler Hidrolik sistem basıncını sabitlemek için genellikle değişken sıvı basıncına karşın üzerinden geçen akışkan debisini sabit tutan akış regülatörleri tercih edilir. Çek valfler Çek valfler akışa tek bir yönde izin veren valflerdir. Üzerinde bulunan bir ok işareti ile akışın hangi yöne doğru olduğunu gösterir. Manometreler Manometreler, basınç ölçen aletlerdir. Hidrolik sistemin çeşitli noktalarında basıncın nasıl değiştiğini gösterir. Emniyet valfi Meydana gelen bir arızadan dolayı sistemdeki basıncın artması durumunda, hidrolik sistem elemanlarını korumak amacıyla emniyet valfleri kullanılır. Uçak hidrolik sistem gösterge ve uyarı sistemleri Hidrolik sistemde kullanılan bu göstergeler; basınç ve sıcaklık hakkında durum bildirir veya ikaz eder. İniş takımları İniş takımlarının temel elemanları; kapaklar, dikmeler, damperler ve tekerleklerdir. İniş takımları, kalkış ve iniş anında aerodinamik biliminden faydalanılarak açılır-kapanır şekilde tasarlanmıştır. Sistem, uçuş kabininde bulunan bir manivela (kumanda kolu) ile kontrol edilir. Otomatik kontrol sistemi Hedef sistemin ne yapması gerektiğini belirtmek ve nasıl yaptığını değerlendirmektir. Kontrol sistemlerinin tasarımı kullanılabilir kontrol türleri hayal gücüne bağlıdır. Ancak mühendislik uygulamalarında tüm tasarım koşullarını sağlayan en basit yapıyı sistem tercih edilir. Gürültü kontrol sistemi Akışkanın basınçlandırılması sırasında pompa gövdesi içerisinde basınç değişimleri olur ve bu değişken kuvvetler nedeni ile pompa gövdesinde titreşimler meydana gelir. Gürültü işte bu mekanik titreşimler nedeni ile olur. Titreşimler, akışkan nedeni ile de meydana gelebilir. Bu tür problemleri giderebilmek için tüm sistemdeki darbeleri nötrleştiren karşı darbeler düzenlenir ve gürültü seviyesi en aza indirilmiş olur. Uçak Pnömatik Sistem Elemanları Bir pnömatik sistemde sağlanan havanın kaynakları vardır. Bu kaynaklar sistem elemanları olarak aşağıda verilmiştir. Motor Sistemin gereksinim duyduğu hava, uçuş sırasında yani motor çalışırken, kompresörden motor üzerine takılı olan düzeneklerden alınır. APU APU, uçak sistemlerine elektrik ve hava temin eden yardımcı bir güç kaynağıdır. Uçağın yangın geçirmeyen bölgesinde bulunur. Depolar Pnömatik sistemin çalışması için havanın depo edildiği yerdir. Sistemde oluşabilecek kaçaklar için bir

miktar fazla havayı alabilecek hacimde üretilirler. Ön soğutma sistemi Ön soğutma sistemi, havayı hava ile soğutma amacını güder. Ön soğutucu çıkış sıcaklığı artarsa kontrol valfi devreye girer ve motor fanından gelen soğuk hava ile soğutma işlemi gerçekleşmiş olur. Uçak pnömatik gösterge ve uyarı sistemleri Baş üstü paneline yerleştirilen sistem kumandaları üç şalterden meydana gelmiştir. Bu şalterler uçağın her iki motorunu ve APU'yu kumanda eder. Panelde ikaz lambaları ve basınç göstergesi de bulunur. Klima sistemi İklimlendirme sistemi; sıcaklık ve nem ayarı yaparak uçak içerisinde havanın kalitesini ve miktarını sağlamak amacı ile kullanılır. Hava sirkülasyonu Koşullandırılmış hava iki adet dönüşüm sistemi ile elde edilir. Bu sistemler hava içerisindeki nemi de ayrıştırır. Basınçlandırma Pnömatik sistemle sağlanan basınçlandırma işlemi; kontrol sistemi, basınçlandırma için kullanılan emniyet valfleri, gösterge ve uyarı sistemlerini içerir. Bu sistem, uçak hangi irtifada olursa olsun gereken hava basıncını temin eder. Elektriksel çalışan sistemin kontrolü elektronik olarak yapılmaktadır. Emniyet valfleri Uçağın basınçlandırılması ile yapı yorgunluğu oluşur ve sonuç olarak uçağın yapısı üzerinde çeşitli problemlere sebep olur. Bu nedenle emniyet valfleri kullanılır.

KABİN İÇİ ATMOSFER KONTROL SİSTEMLERİ ve İKLİMLENDİRME

Bu ünite de kabin içi atmosfer kontrol sistemler ele alınmıştır. Deniz seviyesinden yükseklere çıkıldıkça basınç düşer. Özellikle uçaklarda çok yüksek irtifalarda konfor şartlarında basınç, sıcaklık gibi iç ortam özelliklerinin sağlanabilmesi ve yolculuk sürecinde konfor şartlarının muhafaza edilmesi için basınçlandırma ve klima sistemlerine ihtiyaç duyulur. Deniz seviyesinde basıncın yüksek olması, yeryüzüne etki eden atmosferik havanın ağırlığından (kütle ve yerçekimi ivmesinden) kaynaklanmaktadır. Örnek olarak biri boş diğeri atmosferik havayla dolu olan iki balonu hassas bir terazinin kefelerine koyacak olursanız; havayla dolu olan balonun bulunduğu kefenin aşağı çöktüğü görülecektir. Çünkü aşağı doğru çöken kefedeki balonun içindeki havanın belirli bir ağırlığı vardır. Günümüzde modern bir yolcu uçağıyla uçuş yapıldığında, 30000 ile 40000 ft arası yükseklikte, hatta daha yüksek irtifalarda yolculuk edilebilmektedir. Bu sebepten dolayı bu yüksekliklerde insanların hayatta kalabilmesi için uçak kabinindeki oksijen miktarının artırılması gerekmektedir.

KABİN İÇİ ATMOSFER KONTROL SİSTEMLERİ

Uçuş esnasında kabinde bulunan insanlar, düşük hava basıncı, düşük nem ve çeşitli kabin iç ortam kirleticilerine maruz kalmaktadırlar. Kabin içerisinde iç hava kalitesini belirleyen en önemli etkenler; sıcaklık, nem, ortam basıncı, oksijen miktarı ve hava kirletici maddelerdir. Bu etkenlerin yetersiz düzeylerde olması, kabin iç hava kalitesinin düşmesine ve dolayısıyla insan sağlığının olumsuz yönde etkilenmesine sebep olmaktadır. Bu bakımdan uçak kabinlerinde solunabilecek kalitede iç ortam havası temini oldukça önemlidir. Bu, genellikle kabin içerisine yeterli miktarda dış hava alınması ile gerçekleşmektedir. İklimlendirme sistemi, uçak kabininin basınçlandırılması, ısıtılması ve soğutulması gibi işlemleri içerir. Bu sistemle yolcular ve uçuş mürettebatı, uçağın uçuş irtifa ve bölgeleri değişse de rahatsız olmayacakları bir hava ortamında uçmuş olurlar. Pnömatik Sistem Pnömatik (sıkıştırılmış hava ile çalışan mekanik ünite) sistemi, çeşitli kaynaklardan beslenir. Sırayla, pnömatik sistem, her bir motorun kompresör bölümündeki besleme havası çıkışları veya APU (Yardımcı Güç Ünitesi) pnömatik kaynağından beslenir. Uçak bakımdayken gerekli olan hava APU'nun kompresöründen sağlanır. Uçak yerde dururken harici bir pnömatik hava kaynağı da bağlanabilir. Isıtma Sistemleri Isıtma sistemi, kargo kompartımanları ve yolcu kabini için ihtiyaç duyulan özelliklerdeki sıcak havayı sağlar. Isıtma işlemi, bir boru hattı üzerinden şartlandırılmış havanın istenen hacme aktarılmasıyla gerçekleştirilir. Şartlandırılmış hava, kabin baş üstü hava dağıtım hattından geçirilerek yolcu kompartımanı ısıtılır. Uçakta yer alan kargo kompartımanları ise yolcu kabininden alınan sıcak havanın kargo yan panellerinden geçirilmesi ile pasif olarak ısıtılır. Kokpitin ısıtılması veya soğutulması işlemleri, sıcaklık kontrol sisteminde yer alan kumandalarla sağlanır. Şartlandırılmış hava, kokpitteki hava kanalı çıkışlarından alınır ve ortam havası istenilen sıcaklık seviyesine getirilir. Yolcu kabininin ısıtılması, kokpitten bağımsız olarak baş üstü hava dağıtım hattı üzerinden gerçekleştirilir. Şartlandırılmış hava, yolcu kompartımanı yan duvarlarındaki çıkışlardan kabine girer. Pack havası sıcaklığının ayarlanması ile kabin sıcaklığı da belirlenmiş olur. Yolcu kompartıman havası, kargo kompartımanın ısıtma havası olarak kullanılır ve ısıtma işlemi bu havanın kargo kompartıman çevresi boyunca geçirilmesiyle yapılır. Soğutma Sistemleri Uçak soğutma sistemleri, yolcu ve mürettebatın rahatı için uçak içindeki havayı soğutmak için kullanılır. Uçaklarda yaygın olarak kullanılan iki tip klima (hava şartlandırma) sistemi vardır. Bunlar: • Buhar çevrimli klima sistemleri ve • Hava çevrimli klima sistemleridir. Hava çevrimli klima daha çok türbinle çalışan uçaklarda kullanılır. Bu şartlandırma işlemi sırasında motor besleme havası veya APU (Yardımcı Güç Ünitesi) pnömatik (sıkıştırılmış hava ile çalışan mekanik sistem) havası kullanılır. Buhar çevrimli klima sistemleri, pistonlu uçaklarda sıklıkla kullanılır. Bu tip sistem evlerde ve otomobillerde bulunanlara benzer. Bazı türbin motorlu uçaklarda da buhar çevrimli klima sistemleri kullanılmaktadır. Hava Çevrimli Klima Sistemleri Bu sistemler, yolcu ve mürettebat bölmelerindeki sıcaklığı ayarlamak için havanın sıkıştırılması ve genişletilmesi prensibini kullanır. Hava çevrimli klima, uçak kabinini basınçlandırmak için motor besleme havasını kullanıma hazırlar. Tüm rakımlarda ve yerde rahat bir kabin ortamı sağlamak için havanın sıcaklığı ve miktarı kontrol edilmelidir. Hava dönüşüm sistemi genellikle klima paketi (veya pack) olarak adlandırılır. Genellikle gövdenin alt yarısında veya türbinle çalışan uçakların kuyruk kısmında bulunur. Hava çevrimli klima sistemi, uçak pnömatik sistemi tarafından sağlanan hava ile beslenir. Hava Çevrimli Klima Sisteminin Çalışması Yüksek irtifada karşılaşılan soğutma sıcaklıklarında bile besleme havası kabinde soğutulmadan

kullanılamayacak kadar sıcaktır. Besleme havası, hava dönüşüm sistemine girer ve ram havasının besleme havasını soğuttuğu bir ısı eşanjöründen geçirilir. Soğutulmuş bu hava, hava dolaşım kanalına yönlendirilir. Burada, havayı tekrar ram havasıyla soğutan ikincil bir ısı değişiminden geçmeden önce sıkıştırılır. Besleme havası daha sonra bir genleşme türbinini çalıştırır ve daha da soğuyarak hava dönüşüm makinesine gelir. Daha sonra yoğunlaşan su (bir su ayırıcı tarafından) uzaklaştırılır ve son sıcaklık ayarı için; hava, baypas edilen besleme havası ile karıştırılır. Hava dağıtım sistemi ile kabine gönderilir. Hava sirkülasyonu ve hava çevrimli klima sistemi elemanları Şartlandırılmış hava iki adet dönüşüm sistemi ile sağlanır. Ayrıca bu sistemler havadaki nemi su ayırıcıları vasıtasıyla ayırır. Bu sistemlerine ait ekipman, uçağın merkez hattının her iki tarafında yer alan kompartımana yerleştirilmiştir. Her bir dönüşüm sistemi girişindeki havanın debisi, akış kontrol ve kesme valfinde ayarlanır. Sistem; birincil ısı değiştirici, hava dönüşüm makinesi, ikincil ısı değiştirici, pack sıcaklık kontrol valfi, yardımcı pack sıcaklık kontrol valfi, şartlandırılmış hava çek valf ve su ayırma sisteminden meydana gelmiştir. Pnömatik sistemden gelen hava ısı değiştiricilerinden geçirilerek ram havası sistemi tarafından soğutulur. Buhar Çevrimli Klima Sistemleri Buhar çevrimli klima sistemleri pistonlu motora sahip olan uçaklarda ve bazı küçük turboprop uçaklarda kullanılır. Bu sistem, kabindeki ısıyı uzaklaştırmak için soğutucu akışkanın (soğutkanın) buharlaşmasını ve yoğunlaşmasını kullanan kapalı bir sistemdir. Pistonlu motora sahip uçaklarda bir hava besleme kaynağının bulunmaması, kabin havasını şartlandırmak için bir hava çevrim sistemi kullanımını elverişsiz kılar. Buhar çevrimli klima, klimayla donatılmış pek çok türbinsiz uçakta kullanılmaktadır. Buhar çevrimi sistemi sadece kabini soğutur. Buhar çevrimli bir klima sistemine sahip olan bir uçak basınçlandırılırsa, basınçlandırma bölümünde tartışılan kaynaklardan biri kullanılır. Buhar çevrimli klima, sadece kabinin içinden kabinin dışına olan ısı transferi için kullanılan kapalı bir sistemdir. Bu sistem yerde ve uçuşta çalışabilir. Sistem elemanları; iş akışkanı (soğutkan), alıcı ve kurutucu (filtre), genleşme (kısılma) valfi, evaporatör (buharlaştırıcı), kompresör, kondenser (yoğusturucu) ve servis valfleri şeklinde sıralanabilir. Nem Dönüşüm Sistemi Yüksek Basınç Su Ayırıcı Sistemi Yüksek basınç su ayırıcı sistemi; ara ısıtıcı, yoğusturucu ve su ayırıcılardan oluşur ve tek bir ünite olarak sisteme takılır. Bu ekipmanların yer aldığı ünite, ACM'nin önünde bulunur. Bu sistemin kullanım amacı, ACM'nin türbinine giren havadaki suyu uzaklaştırmaktır. Bu uygulama, hava sıcaklığının 0°C altına düşmesini kolaylaştırır. Dağıtım Sistemi Dağıtım sistemi, iklimlendirme ünitesinde şartlandırılmış olan havayı uçuş kompartımanlarına dağıtır. Bu hava; yolcu kompartımanı içindeki kanallardan kabine gönderilir. Ana dağıtım hattı ile başlayan dağıtım işleminde, yolcu kompartımanı ve uçuş kompartımanı havaları birbirinden ayrılır. Şartlandırılmış hava; kokpite sol pack ana dağıtım hattından alınırken yolcu kompartımanına ana dağıtım hattından alınır ve doğrudan çıkış uçlarına gönderilir. Akış, Isı ve Nem Kontrol Sistemi Akış kontrol ve kesme valfi Bu valf, uçuş kompartımanı baş üstü panelinde yer alan pack şalterleri ile kumanda edilir. Valf; elektrik kontrollü olup pnömatik olarak çalışır ve pnömatik sisteminden gelen havanın debisini belirli bir değere ayarlar. Isıl hissetme üniteleri Soğutma sisteminde; iki sıcaklık sensörü, üç aşırı ısı siviçi ve bir sıcaklık veri hissedicisi bulunmaktadır. Pack sıcaklığı kontrol ünitesi Birbirlerine benzer iki adet kontrol ünitesi, pack çıkış sıcaklığını kontrol eder ve üç bölgesel sıcaklık kontrol sistemini oluşturur. Her kontrolcü, ana ve yedek pack kontrolüne ve kokpit ile yolcu kompartımanı kontrolüne sahiptir. Basınçlandırma Sistemleri Kabin basıncı, yolcuların ve mürettebata konforlu bir ortam sağlarken uçağın daha yüksek irtifalarda uçmasına izin verir. Yüksek rakımlarda uçmak yakıt açısından daha verimlidir ve uçağın en istenmeyen hava koşullarının üzerinde uçmasına izin verir. Bir hava aracına basınç uygulanacaksa basınçlı bölüm işletme gerilimlerine dayanabilecek kadar güçlü olmalıdır. Genel olarak bir uçağın uçabileceği maksimum rakım izin verilen azami kabin fark basıncı ile sınırlıdır. Basınçlandırma kaynakları Uçak basıncı kaynağı, uçakta kurulu motorun tipine ve uçak tasarımına bağlı olarak değişir. Basınçlandırma kontrol sistemi ve bileşenleri Basınçlandırma kontrolü; kontrol ünitesi, basınçlandırma emniyet valfleri, gösterge ve ikaz sistemlerinden meydana gelir. Bu sistem, her irtifada uçak içinde istenilen hava basıncını sağlar. Sistem elektriksel olarak çalıştırılıp elektronik olarak kontrol edilmektedir. Basınç kumanda sisteminde dört farklı mod bulunur, bunlar; otomatik, yarı otomatik ve iki el ile kumanda sistemlerinden oluşur. Oksijen yetersizliği veya yokluğu kişilerin dikkat azalmasına, şuur kaybına ve en sonunda ölümüne yol açmaktadır. 10000 ft (3,3 km) irtifaya kadar olan hava basıncı ve oksijen miktarı, insanların büyük ölçüde sorunlarla karşılaşmadan yaşam faaliyetlerini devam ettirmesi için yeterlidir. Bu irtifanın üzerinde yapılan uçuşlarda, oksijen eksikliği kendisini daha belirgin olarak gösterir. Bu nedenle, kabin basınçlandırma sistemi yaklaşık olarak 8000 ft (2,6 km) şartlarına denk olacak şekilde basınçlandırma yapmak için tasarlanmıştır. Acil durumlar hariç, uçuş ekibi ve yolcuların oksijen teçhizatına ihtiyaçları olmayacaktır. Oksijen Sistemleri 10000 ft'in üzerinde uzun süre çalışan uçaklarda oksijen sistemleri gerekir. Özel ve ticari uçaklarda kullanılan iki tip oksijen sistemi şunlardır: • Depolanmış gaz oksijen sistemleri ve • Kimyasal veya katı hâl oksijen sistemleri Bu sistemin amacı, yolculara ve uçuş ekibine ihtiyaç duyulduğunda gerekli olan oksijeni sağlamaktır. Uçakta üç farklı oksijen sistemi bulunmaktadır. Bu sistemler; uçuş ekibi oksijen sistemi, yolcu oksijen sistemi ve taşınabilir oksijen sistemidir. Ozon ve Hava Kirleticilerin Kontrolü Uçaklarda hava

kirliliği, dış ortamdan gelen ve kabin içindeki birtakım etkileşimlerden kaynaklanabilir. Hava yüksek irtifalarda birçok kirletici faktörden arındırılmış ve oldukça temizdir. Ancak, bu yüksekliklerde bolca bulunan ve insan sağlığı için zararlı olan ozon (O₃) bir tehlike oluşturmaktadır. Ozon solunum sisteminde ve gözlerde tahrişlere yol açabilir. Bundan dolayı kabine alınan havanın içerisindeki ozon miktarının makul seviyelere çekilmesi gerekmektedir. Atmosferden alınan hava kabine gönderilmeden önce ozon çeviriciden geçirilir. Ozon eviriciler katalitik çevrim elemanlarıdır. Bu elemanlardan geçen hava içindeki ozon, oksijene dönüştürülür.

DE-ICING/ANTI-ICING TANIMI

Soğuk hava şartlarında buzun negatif etkilerini gidermek için uçaklara sıvı uygulaması yapılır. Sıkılan sıvıya, buzlanmayı önleyici/buz çözücü (anti-icing/de-icing) sıvı adı verilmektedir. Buz çözücü sıvı, uçakların dış yüzeylerinin birikmiş olan buz, don ve kardan arındırılması amacıyla kullanılırken, buzlanmayı önleyici sıvı ise uçakların yüzeyinde bu tip oluşum ve birikimlerin önüne geçmek için uygulanır; yani proaktif bir işlemdir. Bu işlem ülkemizde bir “yer hizmeti” türü kabul edildiğinden, uçaklara, yer hizmetleri firmaları tarafından uygulanmaktadır. Fakat dünyadaki uygulamalara bakıldığında bazı havayolları, ülkelerinin de getirdiği şartlar gereği kendi uçakları için bu işlemi, kendi bünyelerinde kurdukları ekipler vasıtasıyla gerçekleştirmektedir. De-icing işlemi, uçakların kalkış emniyetini sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Zira uçakların özellikle kanatlarında oluşabilecek buzlanma, kalkış esnasında ihtiyaç duyulan aerodinamik performansın elde edilmesine engel olmaktadır.

KULLANILAN SIVI TİPLERİ VE KARIŞIMLAR

Anti-icing Sıvıları aşağıda sıralanmaktadır. • Su ile Tip I sıvının karışımı, • Önceden hazırlanmış Tip I sıvı karışımı, • Tip II sıvı veya Tip IV sıvı, • Su ile Tip II sıvının veya Tip IV sıvının karışımı. • Tip II ve Tip IV sıvıları Tip II ve Tip IV sıvıları temiz uçak yüzeylerine ısıtılmadan kullanılır fakat de-icing işlemi için kullanılması durumunda ısıtılmalıdır. UYGULAMADA DİKKATE ALINACAK ÖNEMLİ BİLGİLER Anti-icing Kodu: De-icing/Anti-icing operasyonu sonrasında, post-de-icing/anti-icing kontrolünü yapan yetkili tarafından sorumlu kaptan pilota verilen ve yapılan uygulama hakkında bilgi içeren koddur. Anti-icing kodu post-de-icing/anti-icing kontrolünü yapan yetkili tarafından sorumlu kaptan pilota verilir. Kod içeriğinde, sırasıyla sıvı tipi, sıvı ismi/markası (sıvı ismi biliniyorsa), karışım oranı (yüzdeler dilim belirtilmeli), lokal uygulama başlangıç saati (saat ve dakika), lokal tarih (gün, ay, yıl) ve post-de-icing/anti-icing tamamlandı bilgisi bulunmalıdır. Çift Aşamalı De-icing/Anti-icing: Birbirinden bağımsız iki ayrı işlemden oluşur. İlk işlemde, buzlanmayı giderme (de-icing), bunu takip eden ikinci işlemde ise buzlanmaya karşı koruma (anti-icing) işlemi uygulanır. De-icing (Buzlanmayı Giderme): Bir uçağın temiz yüzeyler sağlamak amacıyla don, buz, sulu kar veya kardan temizlenmesi işlemidir. Bu işlem için kullanılan de-icing sıvıları aşağıda maddeler hâlinde belirtilmektedir. De-icing Sıvıları: • Isıtılmış su • Isıtılmış su ile Tip I sıvının karışımı • Önceden hazırlanmış Isıtılmış Tip I sıvı karışımı • Isıtılmış Tip II veya Tip IV sıvıları • Isıtılmış su ile Tip II veya Tip IV sıvının karışımı De-icing sıvısı, en yüksek verimin sağlanması amacıyla normalde ısıtılmış olarak uygulanır, ısıtılmamış de-icing sıvısının etkisi minimumdur. De-icing/Anti-icing: “De-icing” ve “Anti-icing” işlemlerinin birleştirilmesidir. Bir veya iki aşama hâlinde gerçekleştirilebilir. Deicing Management Representative: De-icing/anti-icing operasyonuna yönelik tüm süreçlerin (operasyon, eğitim, dokümantasyon vb.) emniyet kurallarına uygun olarak yürütülmesi adına operatör içerisinde koordinasyonu sağlayan yetkilidir. 1982 yılının ocak ayında meydana gelen Air Florida kazası, kanatlardaki buzlanmanın ne denli ölümcül olabileceğinin acı bir örneğini teşkil etmektedir. Buzlanmayı önleyici/buz çözücü sıvılar uçaklara sadece active frost durumunda, yani uçakların yüzeylerinde buz ve don oluşmasını sağlayabilecek sıcaklıklarda (sıfır derece veya çiy noktası sıcaklıklar) ve kar, sulu kar, donan sis gibi uçak yüzeylerine tutunduğunda uçağın aerodinamik özelliklerini etkileyebilen yağış olayları görüldüğünde uygulanır. Bu durumların dışında, literatürde “Cold Soak Effect” olarak adlandırılan ve az bilinen bir fenomen daha bulunmaktadır. Cold Soak Effect, çok uzun süre yüksek irtifada uçtukten sonra yere inen ve kanatlarının içinde bulunan yakıt hücrelerinde çok düşük sıcaklıklarda akaryakıt bulduran veya aprondaki hidrant sisteminden çok düşük sıcaklıkta akaryakıt yüklenen uçakların, yine kanatlarına temas eden yağış neticesinde kanatlarında “şeffaf buzlanma” oluşması durumudur. Bu etkinin görüldüğü durumlarda hava sıcaklığı 0 ila +15 derece arasında olsa dahi uçaklara de-icing uygulanabilir. Bununla birlikte de-icing işlemi en yaygın olarak bir havalimanında kısa sürede yüklem-boşaltma yapan uçaklar ile bir önceki günden yatıya kalıp sabah sefere çıkan uçaklara uygulanır. Kalkış yapacak bir uçağa de-icing/anti-icing hizmetinin alınıp alınmaması, pilotun vereceği karara bağlıdır. Yani kar yağan bir günde kaptan pilotun yapacağı inceleme neticesinde gerekli görmemesi hâlinde uçağa buz çözücü sıvı sıkılmayabilir. Başta da belirtildiği gibi, buz oluşumuna yol açan düşük sıcaklıklarla birlikte kar veya sulu kar yağışı da söz konusu ise de-icing uygulamasından sonra anti-icing sıvısı da uygulanır. Yeşil renkli ve viskozitesi, yani akma özelliği, de-icing sıvısına nazaran daha yüksek olan anti-icing sıvısı uygulandığı yüzeylere

adeta yapışarak kalkış öncesi taksii yaptığı süre boyunca uçağın üzerinde herhangi bir kar ya da sulu kar birikimi oluşmasını engeller. De-icing/Anti-icing Uygulaması Sonrasındaki Kontroller De-icing/Anti-icing uygulaması sonrasında genel olarak aşığıdaki kontrollerin yapılması sağlanmalıdır. • Uygulama sonrasında kanatlar ve tüm uçuş kumanda yüzeyleri, pitot ve “static port”lar, hücum açısı sensörleri, toplam hava sıcaklığı sensörleri, “engine inlet”ler, air conditioning giriş ve çıkışları, iniş takımları ve iniş takım kapakları ile gövde kontrol edilir. Yakıt tankı hava delikleri buz, don ve kardan arındırılmış olmalıdır. • De-icing sırasında belirtilen yüzeylerdeki tüm donmuş birikintilerin giderilmesinin sağlanması işlemini uygulayan personelin sorumluluğundadır. • De-icing/Anti-icing sıvılarının uygulanmasının hemen ardından yetkili personel tarafından temiz uçak konseptine uygunluğun kontrolü yapılmalıdır. • De-icing/Anti-icing işleminin uygulanmasından sonra süpervizör tarafından ilgili uçağın dondan, buzdan, kardan veya sulu kardan arındırılmış olduğundan emin olmak amacıyla uygun yükseklikteki gözlem noktalarından (de-icing ekipmanlarından ya da diğer yüksek ekipmanlardan vb.) uçağın haricî kontrolü gerçekleştirilmelidir. • De-icing sağlayıcı kurum, de-icing/anti-icing uygularken ve de-icing/anti-icing sonrası kontrol yaparken söz konusu işlemler ayrıca veya ortaklaşa olarak aşığıda tanımlandığı şekilde olur: • De-icing/Anti-icing işlemini sürerken de-icing operatörü temizlediği yüzeydeki kar, buz ve donmaların tamamının ortadan kaldırıldığından (AFM’de belirtilen durumlar dışında) emin olmak için ilgili yüzeyi yakından gözlemler.

UÇAK YAKIT SİSTEMLERİ

Uçaklarda yer alan yakıt sistemleri, uçuş boyunca gerekli olan yakıtı tanklarda depolayıp uçak motorunda kullanılmak üzere yanma odasına gönderen önemli sistemlerden biridir. Motor seviyesinden daha yükseğe yerleştirilen eski tip yakıt tanklarında, yakıt kendi ağırlığı ile uçak motorlarını besledi. Bu sistemlerde yer alan yakıt seçici valf, tank seçimini yapar veya motora giden yakıtı keserdi.

Uçaklarda; düşük basınçlı yakıt sistemi ve yüksek basınçlı yakıt sistemi olmak üzere iki adet yakıt sistemi mevcuttur. Düşük basınçlı yakıt sistemi, yakıt tanklarından motor yakıt pompasına kadar olan bölümü, yüksek basınçlı yakıt sistemi ise motor sistemleri ile ilgili olan bölümü kapsamaktadır.

DÜŞÜK BASINÇLI YAKIT SİSTEMLERİ

Bu sistem; yakıt tanklarının doldurulması, boşaltılması, yakıtın tanklar arası aktarımı, motorların çapraz beslenmesi, uçağın iniş ağırlığına ulaşabilmesi için yakıtın uçak havadayken boşaltılması, yakıt tanklarında havalandırma yapılması, yakıt transferi gibi işlemlerin yapılmasını sağlayıp, yakıt sarfiyatı ve yakıt miktarı bilgilerini gösterir. Yakıt Tankları Uçakların tiplerine ve kullanım amaçlarına göre; yakıt tanklarının yeri, hacmi, adedi ve yapısı değişiklik göstermektedir. Tanklar, içerisindeki yakıt ile kimyasal reaksiyona girmeyecek malzemelerden imal edilirler. Büyük uçaklarda; seyir esnasında tank içerisindeki yakıtın çalkalanarak dengeyi bozmaması için tanklar bölümlere ayrılmıştır. Yekpare tip yakıt tankları Bu tipte, kanatta yer alan iç boşluklar ve kanat uzantılarının bulunduğu gövde yolcu kabini alt bölümleri yakıt tankı olarak kullanılmaktadır. Bu tipteki kanat ıslak kanat olarak adlandırılmaktadır. Torba tip yakıt tankları Torba tip yakıt tankları, uçak içerisindeki özel madeni bölmelere yerleştirilir. Bu tip tanklar, küçük hücrelere sahip olup bilinen madeni tankların görevini yapar. Besleme Sistemleri Yakıt sistemindeki manifoldlar ve bağlantı elemanları Yakıt tankı içerisindeki manifoldlar: Yakıt doldurma, boşaltma, havalandırma ve transfer sistemi tesisatı alüminyum alaşımlı borulardan imal edilmiştir. Tesisat boru ve parça bağlantıları, kanatların esnemeleri durumunda olabilecek hasarlara karşı özel bağlantı elemanları ile yapılır. Yakıt tankı dışındaki manifoldlar: Yakıt tankından motorlara ve yardımcı güç ünitesine (APU) giden borular çelik olup yüzeyleri alüminyum ile kaplanmıştır. Motor ve APU yakıt besleme sistemleri Yardımcı pompalar: Yakıt deposu içerisinde bulunup sabit devirde çalışan santrifüj pompalardır. Kapaklı çek valfler: Uçak dengesinin bozulmasını engeller ve yardımcı pompaların yer aldığı yakıt tankının tüm şartlarda yakıt ile dolu olmasını sağlar. Yangın kesme vanaları: Tanktan motora doğru giden yakıt manifoldunu açmak veya kapatmak için kullanılır. APU yakıt yangın kesme vanaları: Solenoid ve aktüatör tiplerde olup normal şartlarda kapalı konumda tutulurlar. Kokpit içinde açma veya kapama şalterleri; uçak dışında ise sadece kapama şalterleri bulunur. Yakıt Karıştırma Sistemleri Çeşitli nedenlerle yakıt tanklarında toplanan su, yakıt-su yoğunluk farkından dolayı tankların diplerinde birikerek korozyona ve bazı bakterilerin üremesine neden olur. Bu olumsuzlukları gidermek için, bazı uçaklarda yakıt tanklarına montelenmiş olan bu düzenek ile su pülverize edilir ve yakıt besleme sistemine karıştırılır. Yakıt İkmal Sistemleri Yakıt ikmal adaptörleri Bu adaptörler, yakıt ikmal manifoldu girişine montelenmiş olup tanklarından gelen yakıtı, 40-50 psi basınç değerinde tutarak manifoldlardan tanka akmasını ve yakıtın uçaktan tankere daha kısa sürede dolmasını sağlar. Yakıt ikmal valfleri Yakıtın tanka doldurulmasında, boşaltılmasında ve transferinde bu vanalar kullanılır. Uçaklarda her yakıt tank için bir adet yakıt ikmal vanası yer almaktadır. Vanalar, valf ve motor olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Mekanik kumandalı olan ve motor bölümü olmayan tipleri de vardır. Yakıt ikmal işlemleri Basınçlı yakıt ikmali: Bu metot tek nokta ikmali olarak da bilinmektedir. Bir kısım uçaklarda bataryadan, bir kısımlarında ise başka bir kaynaktan beslenmektedir. Basıncsız yakıt ikmali: Basınçlı sistemin olanaksız olduğu durumlarda sadece kanatta yer alan yakıt tanklarına yakıt transferi yapılır. Yakıt boşaltma valfleri Yakıtı boşaltmak veya diğer yakıt tanklarına yakıt transfer etmek istenildiğinde, kanatta yer alan boşaltma vanası elle kumanda edilerek açık konuma getirilir. Yakıt boşaltma işlemleri Yakıt uçaklarda üç farklı yöntemle boşaltılır. Bunlar; yardımcı pompa, emiş ile yardımcı pompa ve emiş metodu şeklindedir. Çapraz-besleme valfleri Çapraz-besleme valfleri, başka bir yakıt tankından motoru beslemede, yakıtı boşaltmada ve yakıtı diğer tanklara transfer etmede kullanılmaktadır. Fazla yakıt boşaltma sistemleri Maksimum kalkış ağırlığı, maksimum iniş ağırlığından fazla olan uçaklarda, kalkıştan kısa bir süre içerisinde acil iniş yapılması gerektiğinde uçağın iniş ağırlığına getirilmesi için yakıt tanklarındaki yakıtın büyük bir kısmı tanktaki boşaltma sistemiyle atmosfere boşaltılır. Yakıt muhafaza hattı boşaltma sistemleri Motor ve APU yakıt besleme

manifoldları, birer muhafaza içerisinde tutulur. Uçak yerdeyken muhafazalarda birikebilecek olan yakıt, bir kısım uçaklarda gövde altındaki sağ iniş takımı bölümünde, bir kısım uçaklarda ise sol iniş takımı bölümü arka duvarına montelenmiş olan muhafaza hattı boşaltma vanalarıyla boşaltılır. Yakıt Havalandırma Sistemleri Bu sistem, uçağın her türlü irtifa ve uçuş şartlarında yakıt üzerinde sürekli bir atmosfer basıncı sağlar. Havalandırma manifoldu boşaltma valfleri Uçağın sağ ve sol tarafa yatışlarında manifold uçlarından giren yakıt seviyesi, tanktaki yakıt seviyesinin 1 inch (2,54 cm) kadar üzerine çıktığında, normalde kapalı olan bu valfler açılır ve manifoldlardaki yakıtın tanka transferi sağlanır. Yakıt Transferi Yakıt transferi esnasında dolu tankta yer alan yardımcı pompalar çalıştırılır ve boşaltma valfi açılır. Boşaltma çek valfinden geçirilen yakıt, boşaltma manifolduna gelir ve ilgili tankın yakıt transfer valfi açılarak yakıtın bu tanka dolması sağlanır. Göstergeler ve Uyarılar Yakıt miktar gösterge sistemleri Kondansatör ve alternatif tip olmak üzere iki yakıt miktarı ölçme sistemi kullanılır. Kondansatör tip yakıt gösterge sistemleri: Uçakların birçoğunda kullanılan bu yakıt gösterge sistemi, tanktaki yakıt miktarını kütle (kg veya lb) biriminde verir. Alternatif yakıt ölçme sistemleri: Uçak yerdeyken kondansatör tip yakıt ölçme sistemlerinin çalışmaması durumunda kullanılır. Meyil ölçme sistemleri Uçakların yerdeki konumu, meyil ölçer adı verilen bir çizelge ile tespit edilir. Yakıt sıcaklık gösterge sistemleri Bu gösterge sistemleri, tanklarda bulunan ve dolayısı ile motora giden yakıt sıcaklığı hakkında pilota bilgi vermek amacıyla kullanılır. Yakıt düşük basınç gösterge sistemleri Yakıt tankındaki yardımcı pompalar tarafından motora gönderilen yakıtın basıncı düştüğünde, basınç hattına koyulan bir şalteri ile kokpitte yer alan amber renkli bir lamba üzerinden veya yazılı olarak bilgi sağlayan sistemlerdir.

YÜKSEK BASINÇLI YAKIT SİSTEMLERİ

Alçak basınçlı yakıt sisteminden gelen yakıtın motor yanma odalarına gönderilmesi işlemi, yüksek basınçlı yakıt sistemi tarafından sağlanır. Sistemde yer alan parçaların görevi; yakıt basıncını yükseltme, ısıtma, filtre etme ve ölçülendirerek yanma odasına püskürtmeden ibarettir. Yakıt Sistemi Temel Parçaları Sistemin temel parçaları; pompa, alçak basınç yakıt kapama valfi, ısı değiştiricisi, kontrol ünitesi, filtre, manifold ve nozullardan ibarettir. Pompalar Alçak ve yüksek basınç kademesi olmak üzere genellikle iki kademedir oluşurlar. Tek gövde içerisinde bileşik olarak yer alır ve hareket ettirme şaftı bulunur. Alçak basınç yakıt kapama valfleri Tanktan motora yakıt transfer eder ve genelde elektrik ile kumanda edilir. Valf pozisyonu, uçuş kabinindeki yakıt kapalı (fuel closed) lambası ile görselleştirilir. Isı değiştiriciler Alçak basınç pompasından gelen yakıt motor yağ soğutucusundan geçer. Bu soğutucu, yakıt-yağ ısı değiştirici olarak da adlandırılır. Sistem üzerinde ayrı bir parça şeklinde veya pompa gövdesi içerisinde yer alır. Yardımcı yakıt ısıtıcıları, genellikle motor yağ soğutucusu üzerindedir. Bu şekildeki bir tasarım, daha az tesisat donanımı gerektirir. Bileşik tahrik jeneratörü (IDG) yağ soğutucuları ise motorda ayrı bir parça olarak yer almaktadır. Yakıt filtreleri Filtreler; yakıtta kir, pislik vb. gibi belirli büyüklükteki yabancı maddelerin sisteme girmesini engelleyerek kendinden sonra gelen sistem parçalarını korur. Yakıt kontrol ünitesi (FCU) Yakıt kontrol ünitesi, motorun tüm çalışma şartlarında gerekli olan yakıtı ölçülendirme görevini yerine getirir. Motorun çalışma şartları; ilk hareket, uçuşta sabit hız, yerde rölanti hızı, hızlanma, yavaşlama ve motorun durdurulmasıdır. Çalışan parçaları birbirinden bağımsız olmayan FCU, ölçülendirme, kumanda ve limitleme bölümlerinden oluşur. Yakıt manifoldları Yakıt sağlama hattı üzerinden gelen yakıt, yakıt kontrol ünitesinden (FCU) yakıt manifolduna ulaşır. Yakıt, manifold tarafından yakıt nozullarına dağıtılır. Yakıt nozulları Yakıt kontrol ünitesinde (FCU) ölçülendirilen yakıt motor yanma odasına gönderilir. Nozulların temel görevi yakıtı püskürtmektir. Yakıtı atomize etme metodlarına göre yakıt püskürtmeli ve hava püskürtmeli nozul olmak üzere iki farklı nozul tipi vardır. Motor Kumanda Sistemleri Uçak motorlarının çalıştırılması için gerekli olan ana kumandalar olup; motor çalıştırma, ileri itme ve geri itme kumandaları şeklinde üç kategoride sınıflandırılır. Yakıt Akış Gösterge Sistemleri Bu sistem, motordaki gerçek yakıt akışı ve motorun ilk çalıştırılmasından itibaren kullanılan yakıt miktarı olmak üzere iki farklı bilgi sağlar. Gerçek yakıt akışölçer Motorun performans bilgisi ve hangi ölçüde ekonomik olarak çalıştığı buradan takip edilir. Bir uçaktaki motorlar çoğunlukla aynı güce ayarlandıklarından, göstergelerin de bu doğrultuda benzer değerleri göstermesi gerekir. Kullanılmış yakıt göstergesi Bu yakıt göstergesi, yerde motorun en son çalıştırılmasından itibaren kullandığı yakıt miktarını gösterir. Bir bakıma uçaktaki farklı motorlarının performanslarını mukayese etme fırsatı sunar. Aynı zamanda bu yakıt göstergesi, uçakta kalan gerçek yakıt miktarının hesaplamasını da sağlar.

TAM DONANIMLI BAĞIMSIZ DİJİTAL MOTOR KONTROL (FADEC) SİSTEMLERİ

FADEC sistemleri, günümüzde modern uçaklarda kullanılan elektronik bir motor kontrol sistemidir. FADEC Sisteminin Yapısı FADEC sistemi, motor kontrolünden sorumlu olan bir ünitedir. Uçak motorunu en ekonomik ve en iyi bir şekilde çalıştırmak ve ayrıca motor ömrünü uzatmak için sıcaklık, basınç ve motor devri gibi parametreler üzerinde değerlendirmeler yaparak en uygun olan yakıtı sisteme gönderir. FADEC Sisteminin Kısımları Elektronik kontrol ünitesi, motor kontrolü üzerindeki tüm yetkilere sahiptir. FADEC ünitesinin ikinci parçası, yakıt kontrol ünitesi üzerinde yer alan yakıt ölçme ünitesidir.