

Okan Üniversitesi MYO

MUTK225

UÇAK YAPI VE SİSTEMLERİNE GİRİŞ

Ders Yürütücüsü:

Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

eren.kayaoglu@okan.edu.tr

Ders **14**

Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

Ders Sunumları (.pdf) + Kaynaklar

<http://okanuni.eren.xyz>

Web adresinden indirebilirsiniz.

Ders Konu Başlıkları

- ATA 100 Numaralandırma Sistemi / Bölge ve İstasyon Tanımlama / Gövde İstasyonları (Ders01)
- Mukavemet / Uçak Yapı Detayları / Gerilme Türleri / Yorulma (Ders02)
- Gövde Yapıları (Monokok, Yarı monokok) / Uçak Gövdesi Yapısal Sınıflandırma (Primer Yapı, Sekonder Yapı) Gövde Yapısal Elemanları: Stringer, Longeron, Spar, Bulkhead (Basınç Duvarı), Frame (Çerçeve), Former (Çerçeve), Doubler (Takviye), Gövde Yüzeyi (Skin), Döşeme Yapıları (Floor Beam), Omurga (Keel Beam) / Yarı Monokok Gövde Yapıları: Burun Bölümü (Nose Section), Orta Bölüm (Center Section), Kuyruk Bölümü (Tail, Empennage Section) (ATA 53) (Ders03)
- Bağlama Elemanları: Perçin, Saplama, Somun, Cıvata, Vida / Emniyetli Bağlantı Uygulamaları: Emniyet Teli (Safety Wiring), Kopilya (Cotter Pin), Kilitli Pullar (Lock Washers), Tab Pulları, Yay (Spring), Özel Kendinden Kilitli Somunlar (Self-locking Nuts) / Birleştirme Teknikleri: Kaynak (Welding), Sert Lehim (Brazing), Yapıştırma (Adhesive Bonding) (Ders04)
- Uçak Kanat Yapıları / Ana ve Yardımcı Kumanda Yüzeyleri (ATA 57) (Ders05)
- Motor Yerleri ve Pilonlar / Motor (Genel) (ATA 54 / ATA 71) (Ders06)
- Bostikleme (Sealing) / Yüzey (Skin) Koruma Yöntemleri (ATA 51/52/53/56) (Ders07)
- Kapılar ve Acil Durum Çıkışları (Yolcu/ Ekip Kapıları, Acil Çıkış Kapıları, Kargo Kompartıman Kapıları, Erişim Kapıları, Servis Kapıları, Sabit İç Kapılar)/ Kapı Uyarı Sistemi (ATA 52) (Ders08)
- Pencere (Windows): Kokpit Pencere (Cockpit Windows), Yolcu Kabini Pencere (Passenger Cabin Windows), Gözetleme ve Kontrol Camları, Acil Çıkış Pencere (Emergency Exit Windows), Kapı Pencere (Door Windows) (ATA 56) (Ders09)
- İniş Takımları (ATA 32) • Yapıları, şok emme (shock absorbing); • Açılma ve toplanma sistemleri: normal ve acil durumlar; • Endikasyon ve ikaz; • Tekerlekler, frenler, 'antiskid' ve oto-frenleme • Lastikler; • Yer direksiyon (steering) • Air-ground Sensing (Ders10)

Ders Konu Başlıkları

- **Kabin Sistemleri (Kokpit ve Yolcu Kabini) / Kargo Bölümleri (Ön ve Arka Kargo, Bulk (Yığma) Kargo)/ Palet Yükleme Sistemi (ATA 25 / ATA 44 / ATA 50) (Ders11)**
 - **Su - Atık Su Sistemi (ATA 38) • Su sistem düzeni, besleme, dağıtım, ikmal ve boşaltma; • Tuvalet sistem düzeni, yıkama/boşaltma, ikmal • Korozyonla ilgili hususlar (Ders12)**
 - **Güç Sistemleri / Hidrolik Güç (ATA 29) • Sistem donanımı; • Hidrolik sıvılar; • Hidrolik rezervuarlar ve akümülatörler; • Basınç kumandası; • Güç dağıtımı; • Gösterge ve ikaz sistemleri; • Diğer sistemlerle ilişkiler. / Pnömatik-Vakum (ATA 36) • Sistem düzeni; • Kaynaklar: motor/APU, kompresörler, rezervuarlar, yer ikmal; • Basınç kontrol; • Dağıtım / Elektrik Sistemi (ATA 24) / APU (ATA 49) (Ders13)**
 - **İklimlendirme (Air Conditioning) ve Kabin Basınçlandırma (ATA 21) Hava girişi • Hava giriş kaynakları, motordan hava temini, APU ve yer (ikmal) arabası; Air Conditioning • Air Conditioning sistemleri; • Hava çevirimi ve buhar çevirimi makinaları; • Dağıtım sistemleri; • Basınçlandırma sistemleri; • Kumanda (control) ve göstergeler; • Kabin basınç ayar kumandaları (Ders14)**
 - **Oksijen (ATA 35) • Sistem düzeni: kokpit, kabin; • Kaynaklar, depolama, yükleme ve dağıtım; • İkmal ayar; (Ders14)**
 - **Buz ve Yağıştan Korunma (ATA 30) • Buz oluşumu, sınıfları ve belirlenmeleri; • Buzlanmayı önleyen sistemler: elektrik, sıcak hava ve kimyasal; • Buz çözücü sistemler: elektrik, pnömatik ve kimyasal; • Yağmur silecek ve temizleme; • 'Probe'ların ve 'drain' yerlerinin ısıtılması (Ders15)**
 - **Yakıt Sistemleri (ATA 28) • Sistem donanımı; • Yakıt tankları; • Besleme sistemleri; • Boşaltma, havalandırma ve tahliye etme; • Çapraz besleme ve aktarma (transfer); • Göstergeler ve ikazlar (Ders16)**
 - **Yangın Koruma (ATA 26) • Yangın ve duman yakalama ve ikaz sistemleri; • Yangın söndürme sistemleri; • Taşınabilir yangın tüpleri (Ders17)**
-

MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

İKLİMLENDİRME ve OKSİJEN SİSTEMİ

Havalandırma

Basınçlandırma

Oksijen

İklimlendirme ve Kabin Basınçlandırma Sistemi

- (Air Conditioning) **ATA 21**
Modül 11.4



İklimlendirme Sistemi (*Aircraft Air Conditioning Systems*)

Uçaklarda yaygın olarak kullanılan **iki tip klima sistemi** vardır:

- **Hava çevrimli** (*air cycle*) klima, türbinle çalışan çoğu uçakta kullanılır. Şartlandırma (*conditioning*) işlemi sırasında motor boşaltma havasını (***bleed air***) veya APU pnömatik havasını kullanır.
- **Buhar çevrimli** (*vapour cycle*) iklimlendirme sistemleri genellikle piston motorlu uçaklarda kullanılır. Bu tip sistemler, evlerde ve otomobillerde kullanılanlara benzer. Bazı türbinle çalışan uçaklarda da ayrıca buhar çevrimli klimalar kullanılmaktadır.

İklimlendirme Sistemi (*Aircraft Air Conditioning Systems*)

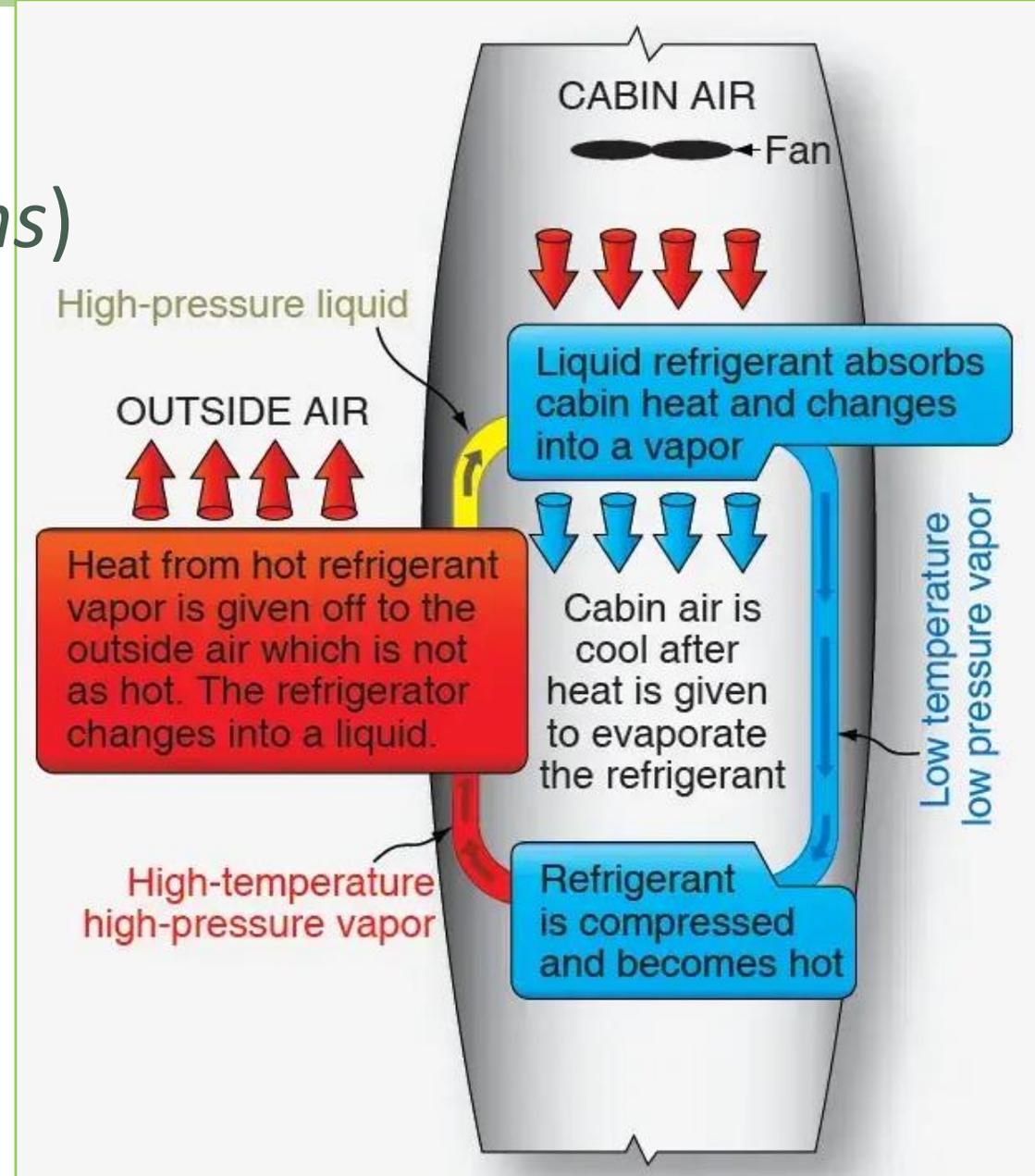
Buhar çevrimli iklimlendirme (*vapour cycle air conditioning*)

- Pistonlu motorlu (*reciprocating engine*) uçaklarda bir boşaltma havası (*bleed air*) kaynağının olmaması, kabin havasını şartlandırmak için bir hava çevrimi sisteminin kullanılmasını mümkün kılmaz.
- Buhar çevrimli klima, klima ile donatılmış çoğu türbinsiz uçakta kullanılır. Bununla birlikte, hava çevrimi sistemlerindeki gibi basınçlı hava kaynağı değildir.
- Buhar döngüsü sistemi sadece kabini soğutur. Buhar çevrimli iklimlendirme sistemi ile donatılmış bir uçak basınçlandırılırsa, basınçlandırma başlıklarında anlatılan kaynaklardan birini kullanır. Buhar çevrimli iklimlendirme, yalnızca kabin içinden kabin dışına ısı transferi için kullanılan kapalı bir sistemdir. Yerde ve uçuşta çalışabilir.

İklimlendirme Sistemi (Aircraft Air Conditioning Systems)

Buhar çevrimli iklimlendirme (vapour cycle air conditioning)

- Enerji ne yaratılabilir ne de yok edilebilir; ancak dönüştürülebilir ve taşınabilir. Bu, buhar çevrimli iklimlendirme sırasında meydana gelen .
- Isı enerjisi kabin havasından sıvı bir soğutucu akışkana taşınır. Ek enerji nedeniyle, sıvı buharlaşır. Buhar sıkıştırılır ve çok sıcak hale gelir. Çok sıcak buhar soğutucu akışkanın ısı enerjisini dış havaya aktardığı kabinden çıkarılır. Bunu yaparken, soğutucu akışkan soğur ve tekrar sıvı hale yoğunlaşır. Soğutucu, enerji transfer döngüsünü tekrarlamak için kabine geri döner.



İklimlendirme

Hava Çevrimli İklimlendirme *(Air Cycle Air Conditioning)*

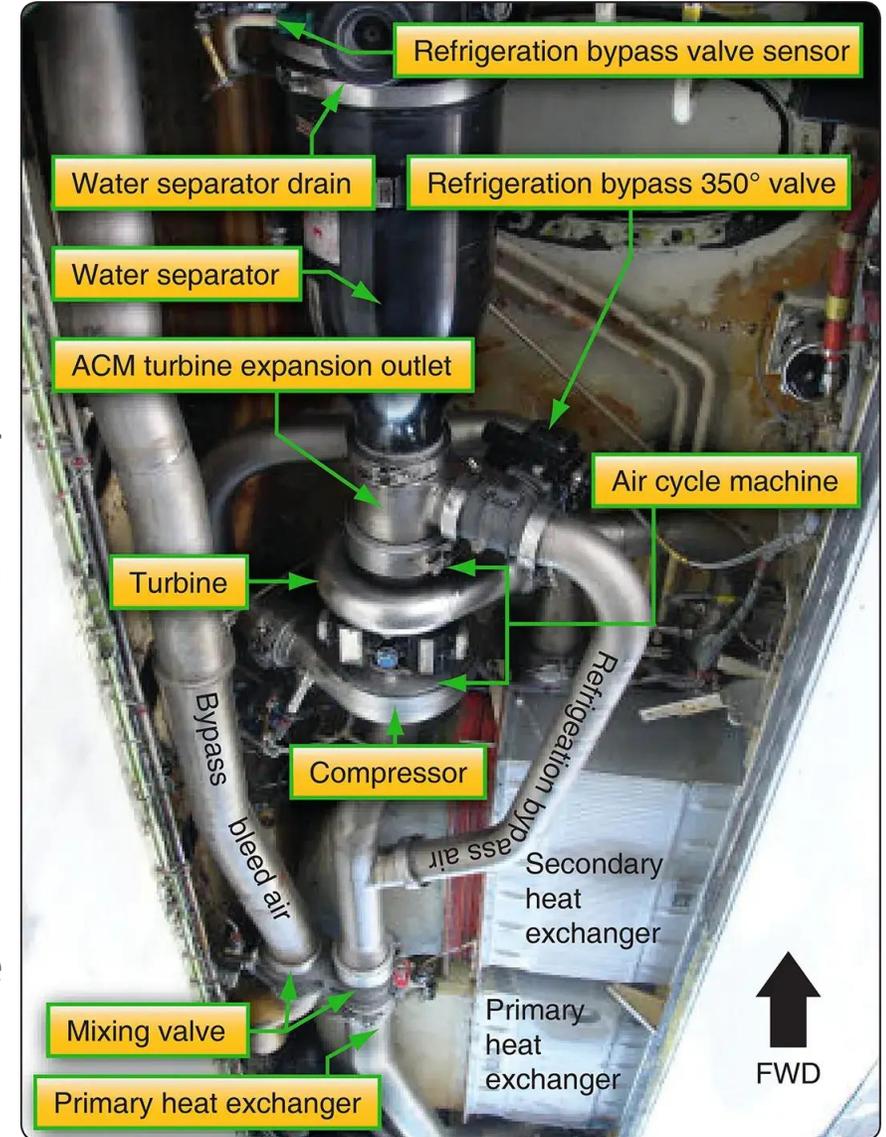
İklimlendirme Sistemi (Aircraft Air Conditioning Systems)

Hava Çevrimli (Air Cycle Air Conditioning)

- Hava çevrimli klima, uçak kabinini basınçlandırmak için motor tahliye havasından (*Engine **Bleed Air***) faydalanır. Tüm irtifalarda ve yerde konforlu bir kabin ortamı sağlamak için havanın sıcaklığı ve miktarı kontrol edilmelidir. Hava döngüsü sistemi genellikle klima paketi olarak adlandırılır. Genellikle gövdenin alt yarısında veya türbinle çalışan uçakların kuyruk bölümünde bulunur. (yandaki şekil)

Örnek Görsel: Boeing 737 hava çevrimli klima sistemi. Fotoğraf, uçağın her iki yanında, gövdenin altında bulunan klima bölmesine yukarıya doğru bakılarak çekilmiştir.

(**ACU**, Left Pack ve Right Pack olarak orta gövdenin alt iki yanında yer alır.)



İklimlendirme Sistemi (Air Conditioning)

See how the plane sucks in outside air, cleans it and then uses it throughout the cabin

Air circulates the cabin

The air leaves the mixing manifold and enters the cabin, where it's supplied via overhead outlets.

Örnek GörSEL:

Uçak havalandırma sistemi

Air conditioning unit

When the hot, compressed air reaches the plane's air conditioning units it is cooled dramatically.

Air enters

As air enters through the aircraft's jet engines, it becomes incredibly hot as it is pressurised.

Constant fresh air

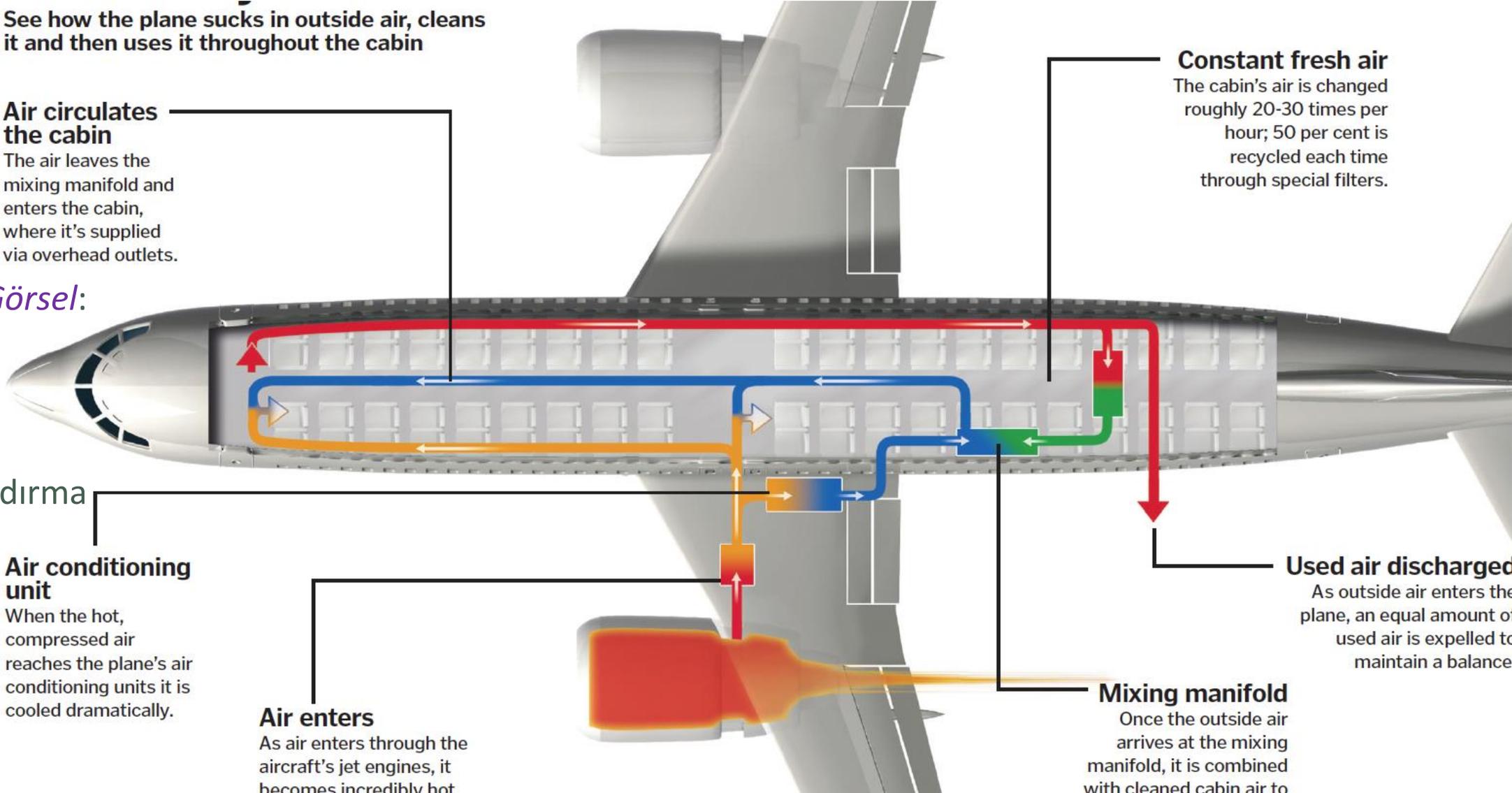
The cabin's air is changed roughly 20-30 times per hour; 50 per cent is recycled each time through special filters.

Used air discharged

As outside air enters the plane, an equal amount of used air is expelled to maintain a balance.

Mixing manifold

Once the outside air arrives at the mixing manifold, it is combined with cleaned cabin air to produce a 50/50 mix.



İklimlendirme Sistemi (*Aircraft Air Conditioning Systems*)

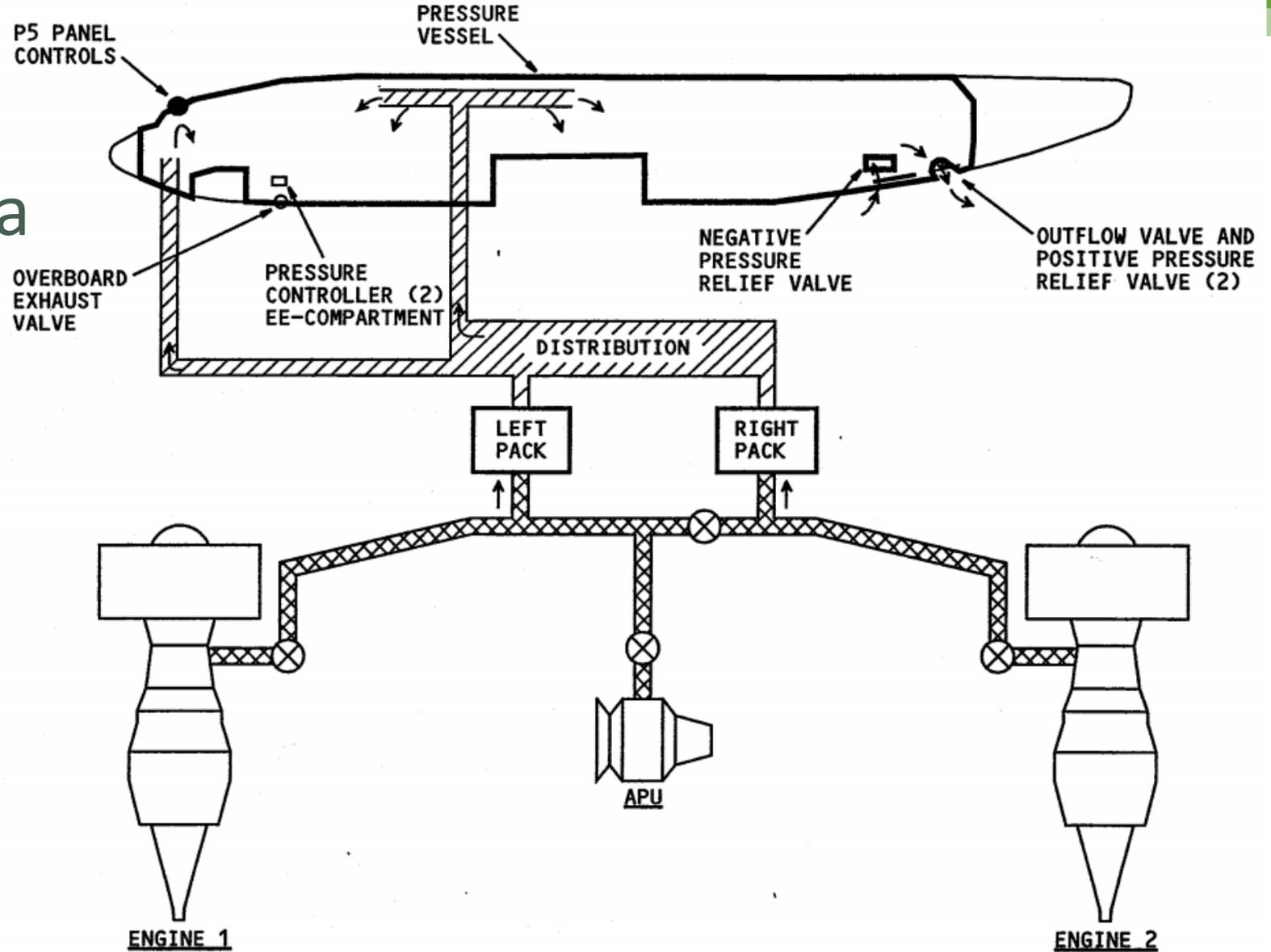
Hava Çevrimli Sistemin Çalışması (*Air Cycle System Operation*)

Yüksek irtifadaki soğuk havada bile, **motor tahliye havası** (*engine bleed air*) kabinde kullanılamayacak kadar **sıcak**tır.

- Hava çevrim sistemine alınır ve ram (giriş) havasının motor tahliye havasını soğuttuğu bir ısı eşanjörüne (*heat exchanger*) yönlendirilir.
- Bu soğutulmuş tahliye havası, bir hava çevrim makinesine yönlendirilir. Orada, havayı yeniden giriş (*ram air*) havasıyla soğutan ikincil bir ısı değişiminden geçmeden önce sıkıştırılır (*compressed*).
- *Bleed air* daha sonra bir genişleme türbinini çalıştırdığı ve daha da soğuduğu hava döngüsü makinesine geri akar.
- Daha sonra bu hava içerisindeki su ayrıştırılır ve hava, son sıcaklık ayarlamaları için by-pass edilen *bleed air* (boşaltma-tahliye havası) ile karıştırılır.
- Son olarak hava dağıtım sistemi ile kabine gönderilir.

İklimlendirme ve Kabin Basınçlandırma Sistemi

- *Örnek Görsel:* Tipik bir iklimlendirme ve kabin basınçlandırma sistemi şeması (*Air conditioning and cabin pressurization*)



AIR CONDITIONING - PRESSURIZATION CONTROL - GENERAL DESCRIPTION

İklimlendirme Sistemi (*Aircraft Air Conditioning Systems*)

- Hava çevrimli iklimlendirme sistemi, hava aracı pnömatik sistemi tarafından hava ile beslenir. Buna karşılık, pnömatik sistem, her bir motor kompresör bölümündeki boşaltma havası (*bleed air*) dağıtımları veya APU pnömatik beslemesinden beslenir. Hava aracı yerde hareketsizken harici bir pnömatik hava besleme kaynağı da bağlanabilir. Normal uçuş operasyonlarında, bir **pnömatik manifold**da, valfler, regülatörler ve kanallar kullanılarak motor boşaltma havası sağlanır. Klima paketleri, buzlanma önleyici ve hidrolik basınçlandırma sistemi gibi diğer kritik uçak sistemleri gibi bu manifold tarafından beslenir.

Örnek Görseller: Bir ram hava girişi (*Ram air inlet/door*), birincil ve ikincil **ısı eşanjörlerinden** geçen hava akışını kontrol eder. (B737)



İklimlendirme Sistemi (*Aircraft Air Conditioning Systems*)

Sistem Temel Bileşenleri:

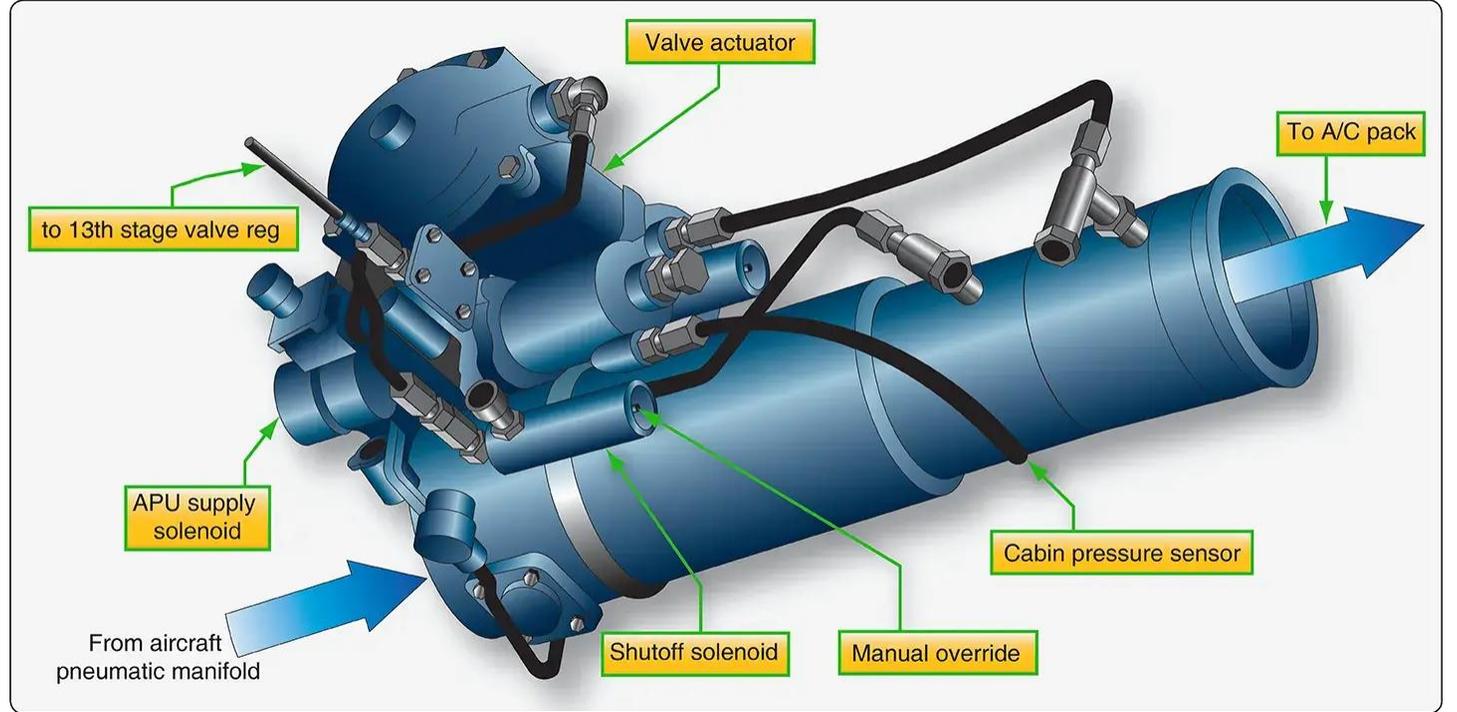
- Valf paketi (*pack valve*)
- Birincil ısı değiştirici (*primary heat exchanger*)
- Hava çevrim ünitesi (*Refrigeration Turbine Unit or Air Cycle Machine – ACM*)
- Su/nem ayırıcı (*water separator*)

İklimlendirme Sistemi (*Aircraft Air Conditioning Systems*)

Pack Valve

Örnek Görsel:

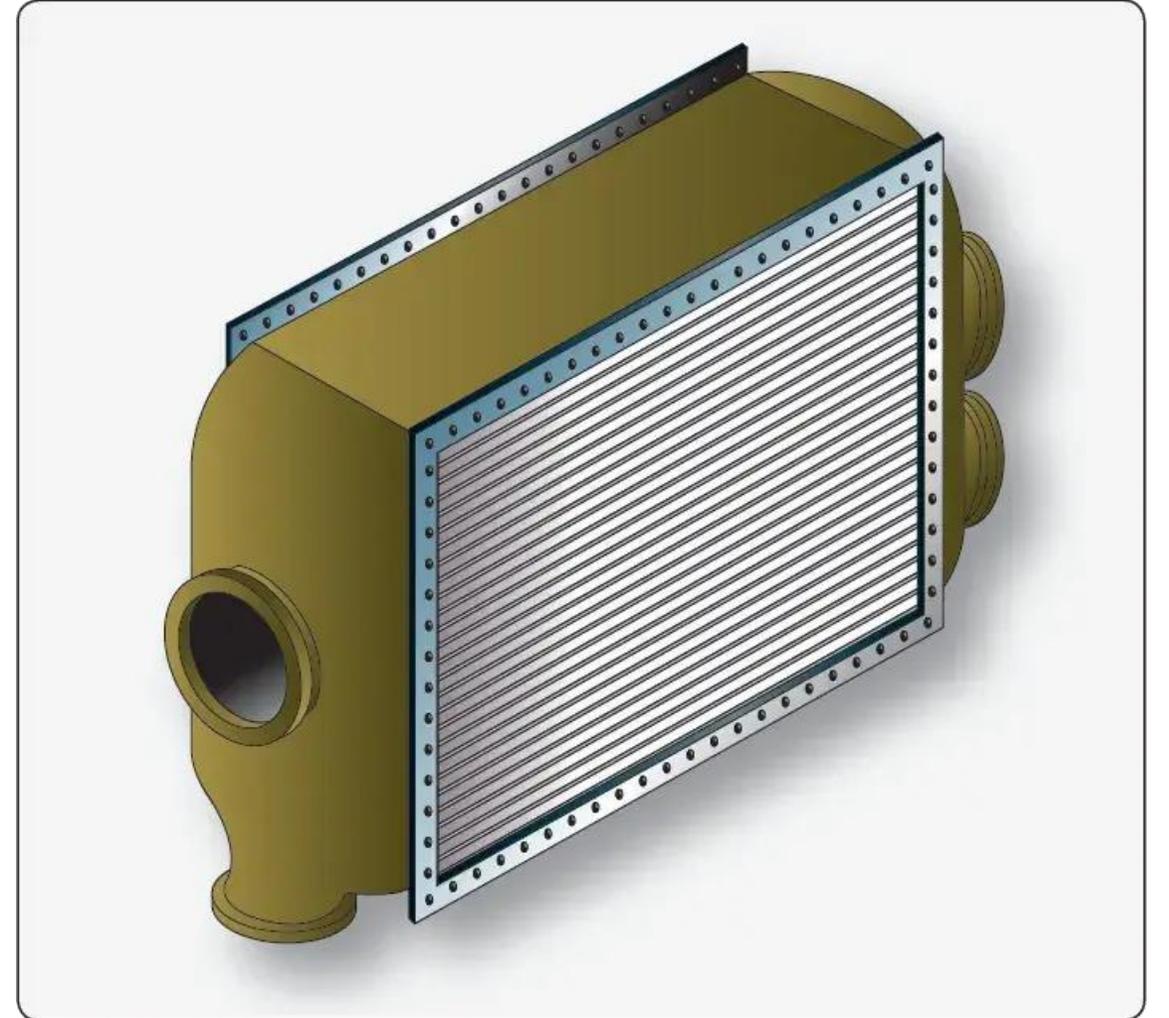
- Açma, kapama işlemlerini modüle şekilde yapar.
- Kokpitten manuel olarak çalıştırılır, ayrıca besleme ve hava döngüsü sistemi parametre girişlerine otomatik olarak yanıt verir.



İklimlendirme Sistemi (*Aircraft Air Conditioning Systems*)

Primary Heat Exchanger

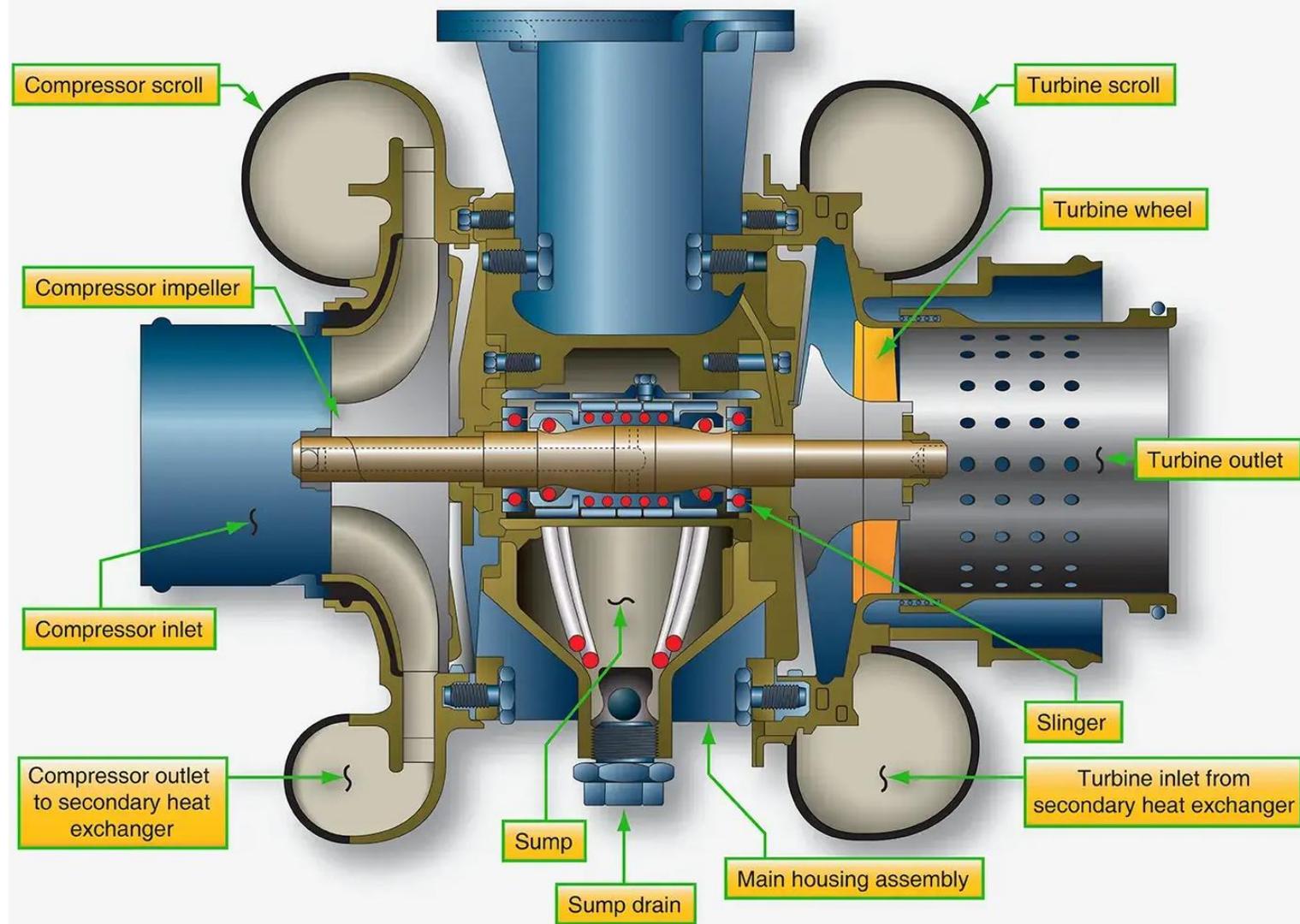
- İki akışkan arasında **ısı geçişi** (transferi) yapılmasını sağlayan araçlardır.
- Bir hava çevrimli iklimlendirme sistemindeki birincil ve ikincil ısı eşanjörleri benzer yapıdadır. Her ikisinde, ram (giriş) havası eşanjör boru demetleri ve kanatçıkları üzerinden geçtiğinde tahliye havasını soğutur.



İklimlendirme Sistemi (*Aircraft Air Conditioning Systems*)

Air Cycle Machine

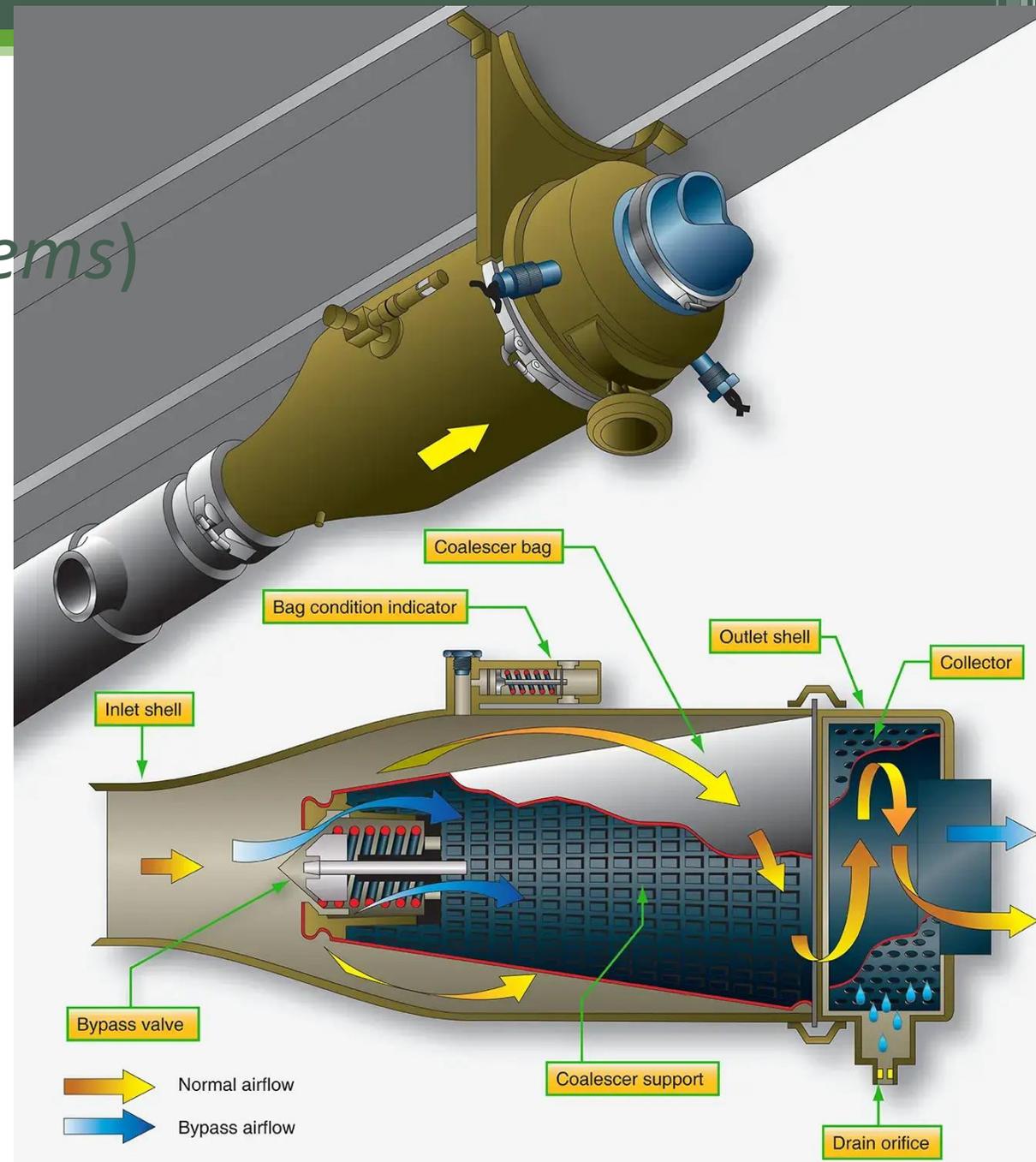
Örnek Görsel: Bir hava döngüsü makinesinin kesit diyagramı. Ana gövde, kompresör ve türbinin bağlı olduğu tek mili destekler. Yağ, mil yataklarını yağlar ve soğutur.



İklimlendirme Sistemi (Aircraft Air Conditioning Systems)

Water Separator

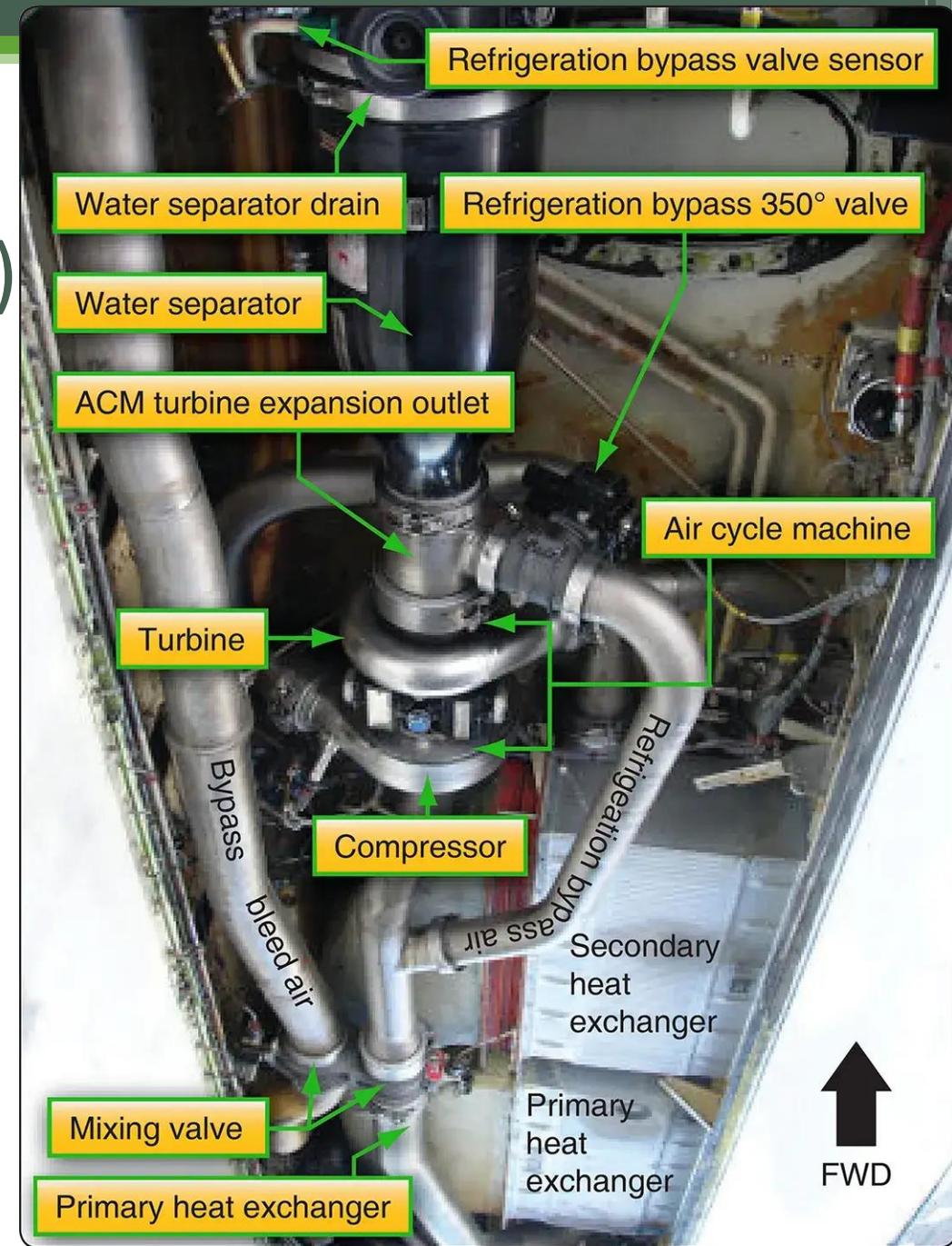
- Bir su ayırıcı, hava/su karışımını döndürerek suyu birleştirir ve ACM genişleme türbininden uzaklaştırır.
- Santrifüj (merkezkaç) kuvveti, suyu toplayıcının duvarlarına gönderir ve üniteden akmasını (*drain*) sağlar.



İklimlendirme Sistemi (Aircraft Air Conditioning Systems)

- Air Cycle Machine
 - Turbine
 - Compressor
- Primary Heat Exchanger
- Water Separator
- Valves
 - Mixing Valve
 - Bypass Valve

Örnek GörSEL: Uçak klima sistemi genel görünüm
Ana bileşenlerin yerleşimi



İklimlendirme Sistemi (Aircraft Air Conditioning Systems)

Örnek Görsel:
Sukhoi Superjet
İklimlendirme
Sistemi

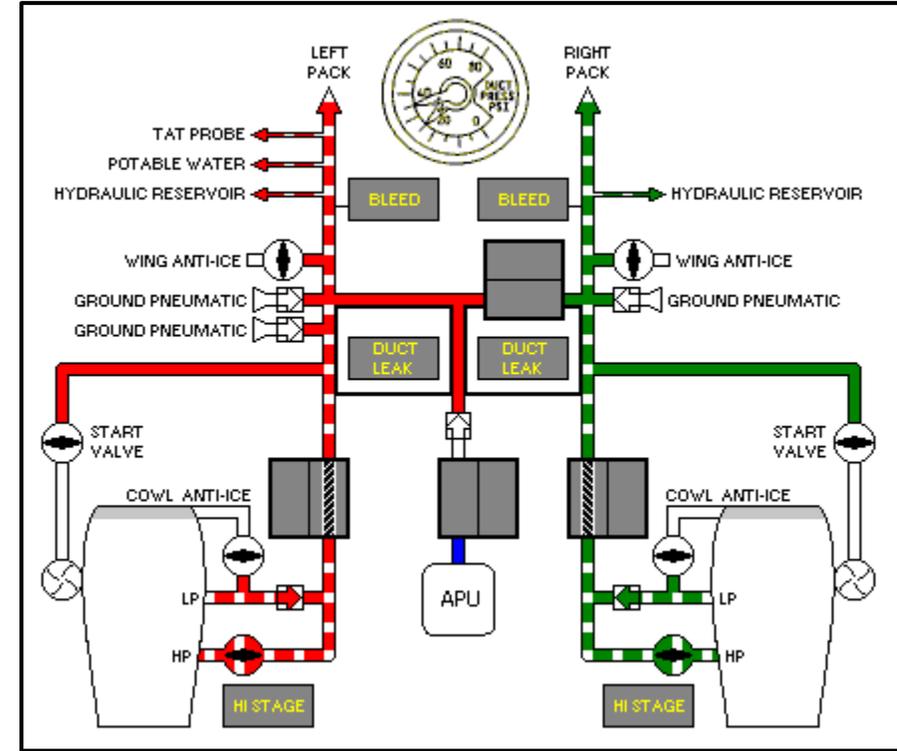
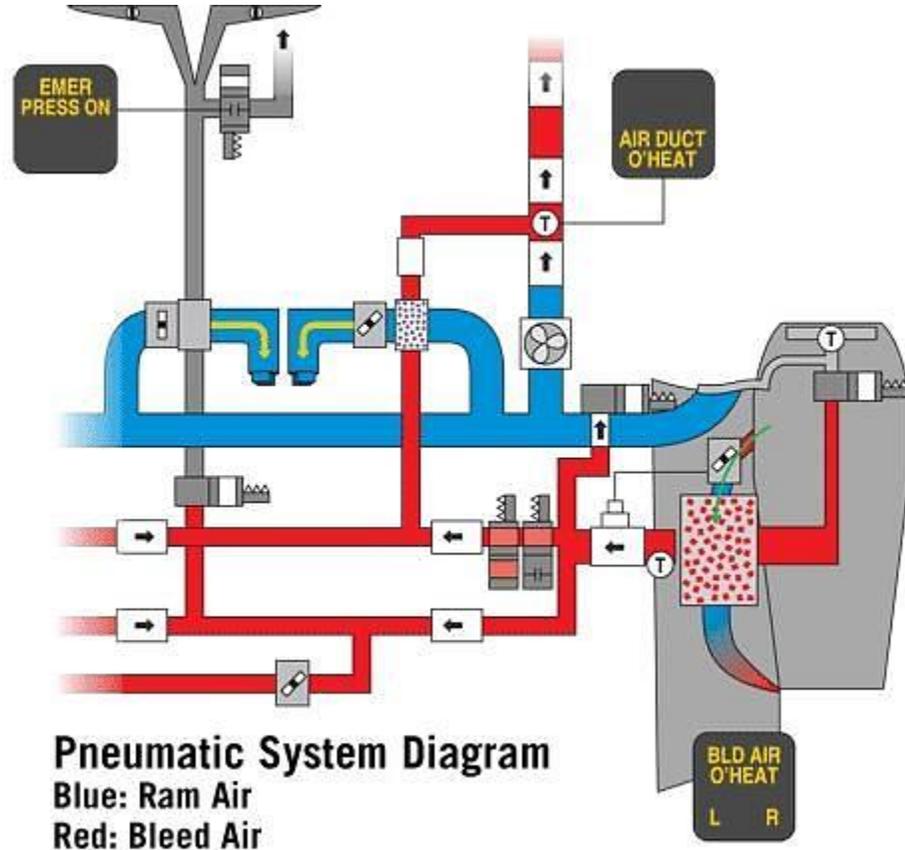
(Klima sistemleri çoğunlukla kanat gövde bağlantısının olduğu bölümde keel beam yakınında yer alır.)



İklimlendirme Sistemi (*Air Conditioning*) ATA 21

- Kabindeki konforu sağlayan havalandırma sistemleri uçağın motoru yardımıyla çalışır.
- Motorlardan geçen havanın en büyük miktarı uçağın kalkması, havalanması ve hareket etmesi için kullanılır. Diğer kısmı da uçağın içine giderek (*Bleed Air*) havalandırma sisteminde kullanılır.
- Motorlardan temin edilen bu **yeni hava, sirküle edilen havayla karıştırılarak şartlandırılır**; yeni hava basınçlandırılır, ısıtılır ve filtre edilerek kabin içerisine verilir.
- Basıncı düşük olan hava solunamaz, insanlar deniz seviyesindeki hava basıncıyla 2500 metre irtifadaki hava basıncı aralığında rahat solunum yapabilir.
- Kabin basıncını deniz seviyesindeki basınçta tutmak çok pahalı/maliyetlidir.
- Uçak 10-13 bin metre irtifada uçarken **kabin basıncı yaklaşık 2600 metredeki basınçta tutulur**.

İklimlendirme Sistemi (Air Conditioning)



- Pnömatik bleed air sistem şeması
 (*Bleed Air System*)

İklimlendirme Sistemi (*Air Conditioning*)

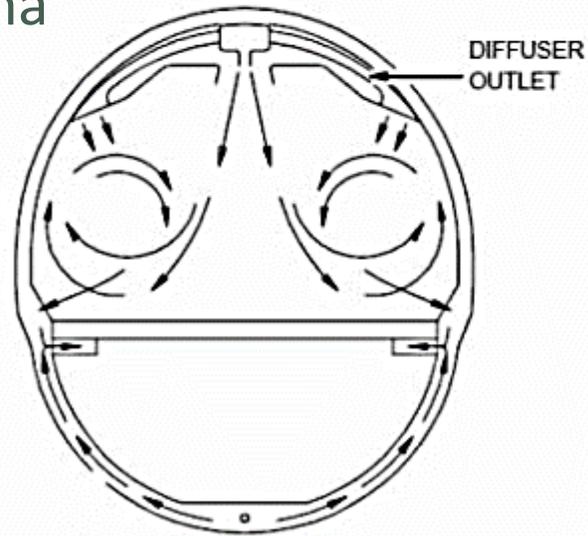
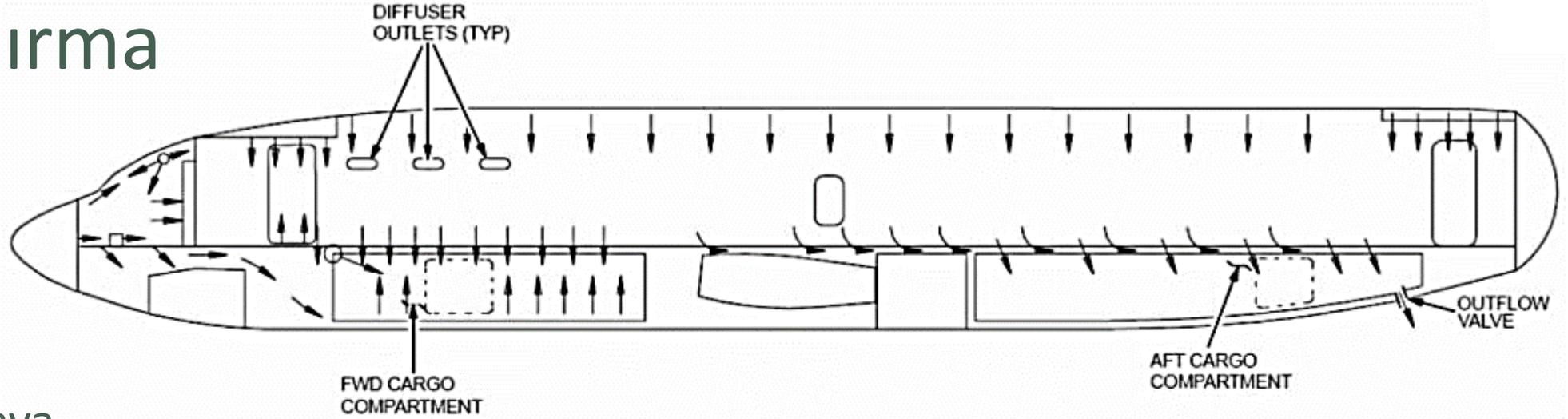
Hava Dağıtım Sistemi

- Hava, şartlandırıldıktan sonra kabinde baş üstü çanta bagajları (*hatracks*) altındaki üfleyicilerle ortama verilir.
- Hava uçak içine yayılır ve kabinin alt kısımlarındaki açıklıklardan toplanarak tekrar hava santraline yönlendirilir.
- Hava santraline (**Air Handling Unit - AHU**) gelen dönüş havası ile şartlandırılan hava karıştırılır, ısıtılır ya da soğutulur, nemi alınır ve filtre edilir. Hava tekrar kabine verilir.
- Havanın termostat ayarı, yani sıcaklığı, nemi ve basınç değeri kokpitte bulunan anahtarlardan yapılır. Emniyet için bu sistem termostatlı olmalıdır.

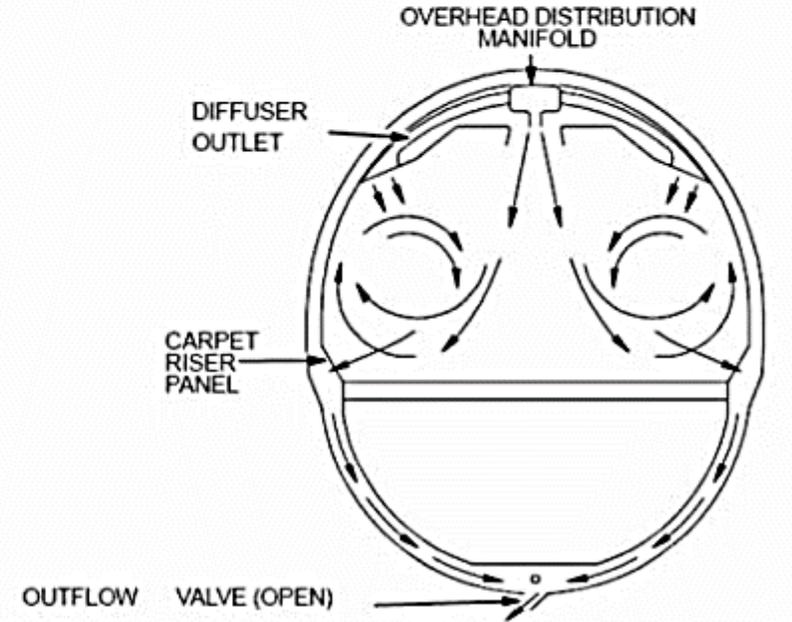
Havalandırma Sistemi

Örnek Görsel:

Yolcu kabini hava dağıtım ve toplama sistemi



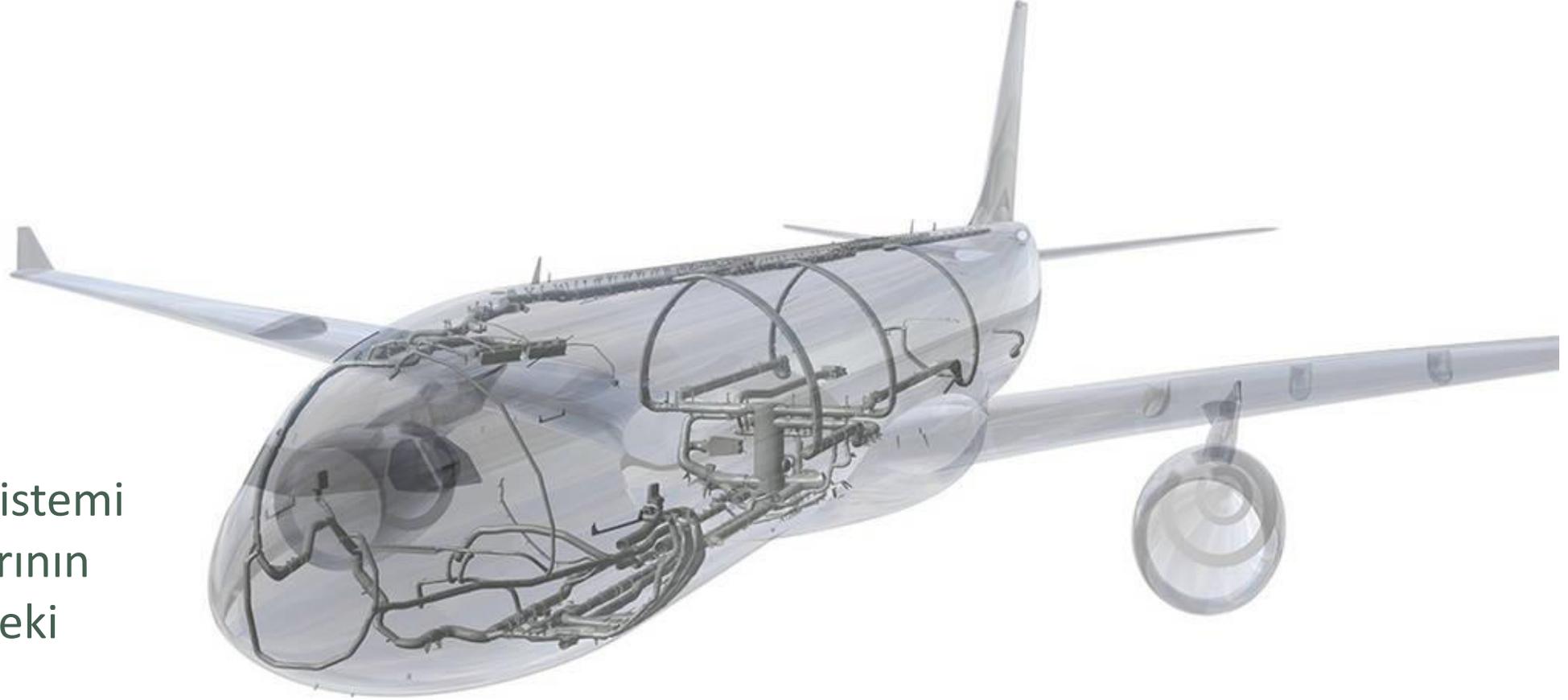
DIFFUSER, OVERHEAD OUTLETS AND FWD CARGO COMPARTMENT AIRFLOW



DIFFUSER, OVERHEAD OUTLETS AND AFT CARGO COMPARTMENT AIRFLOW

Havalandırma Sistemi

Örnek Görsel:
İklimlendirme sistemi
ve hava kanallarının
uçak gövdesindeki
yerleri



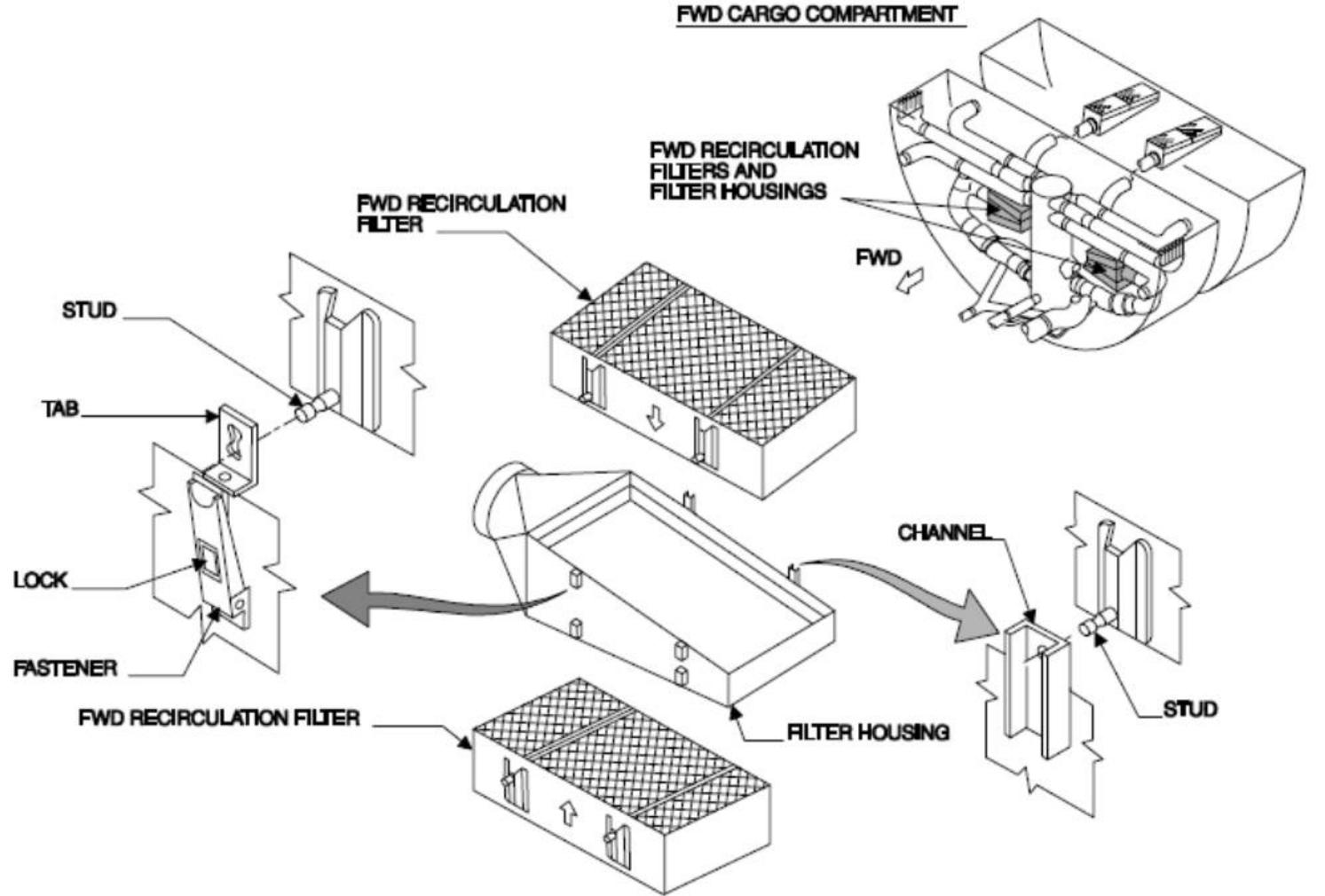
İklimlendirme Sistemi (*Air Conditioning*)

Hava Filtreleri

- Temiz hava ve kirli hava özel filtrelerden süzülerek kabine verilir. Filtreler, havada bulunan virüs, bakteri ya da gözle görülmeyen partikülleri yakalayıp havayı temizler.
- **Hava filtreleri** sık sık kontrol edilmeli ve gözden geçirilmelidir. Her 100 saat çalışmada değiştirilmelidir. Hava kalitesi açısından bu filtreler sık değiştirilmelidir.
- Filtrelenen havanın dışında, **taze ve temiz hava** da kabine sokulmalıdır. Ancak bu sistem **uçağın hareket etmesi için harcanan enerjiden sonra, en yüksek enerji sarfiyatını** oluşturur.
- Yeniden filtrelenen hava oranını yükseltmek, motordan daha az temiz hava almak demektir. Bu uçuş maliyetini azaltır, yakıt tasarrufu sağlar.

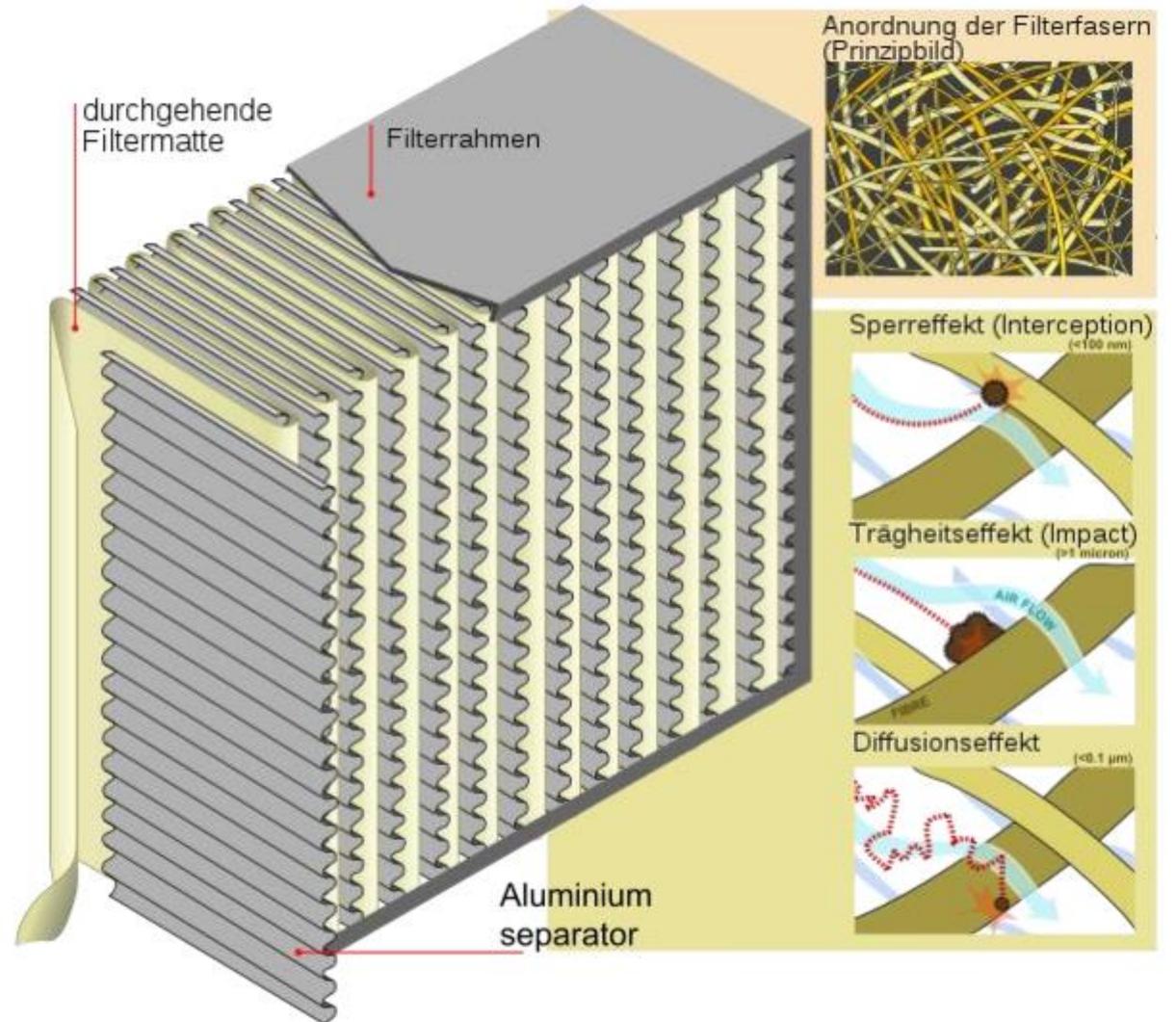
İklimlendirme Sistemi (*Air Conditioning*)

- *Örnek GörSEL*: HEPA filtre paketi (A330)



İklimlendirme Sistemi (*Air Conditioning*)

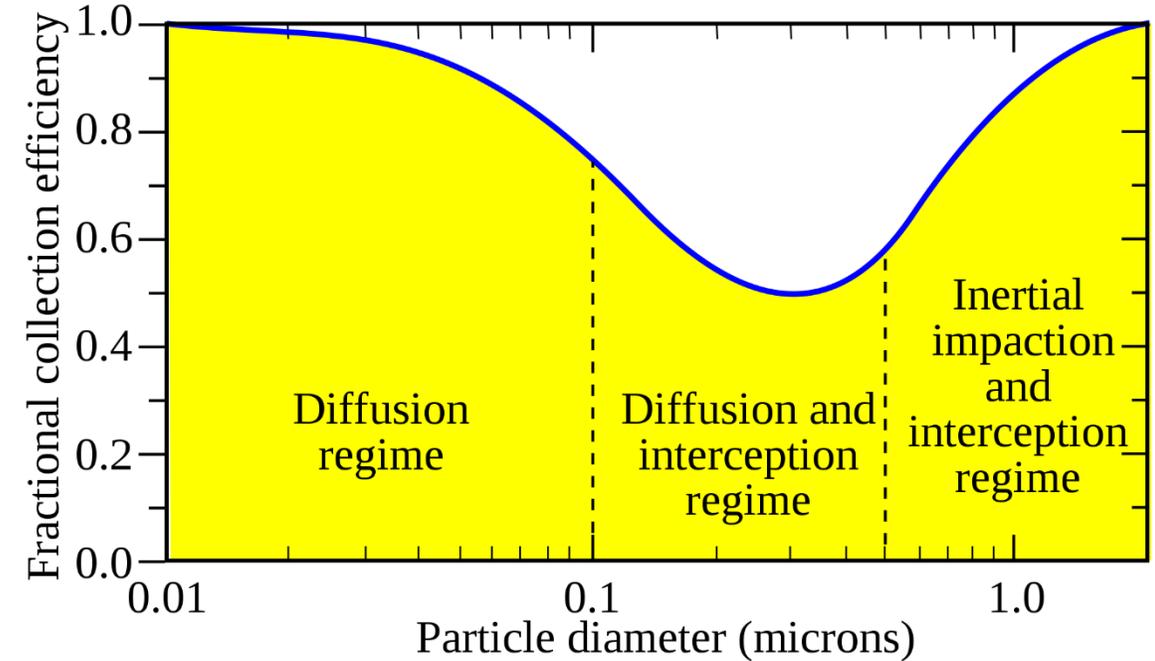
- *Örnek Görsel*: HEPA filtre iç yapısı
- HEPA: *high-efficiency particulate air filter* / *high-efficiency particulate absorbing filter* / *high-efficiency particulate arrestance filter* isimlerinin kısaltmasıdır.



İklimlendirme Sistemi (*Air Conditioning*)

HEPA Filtre

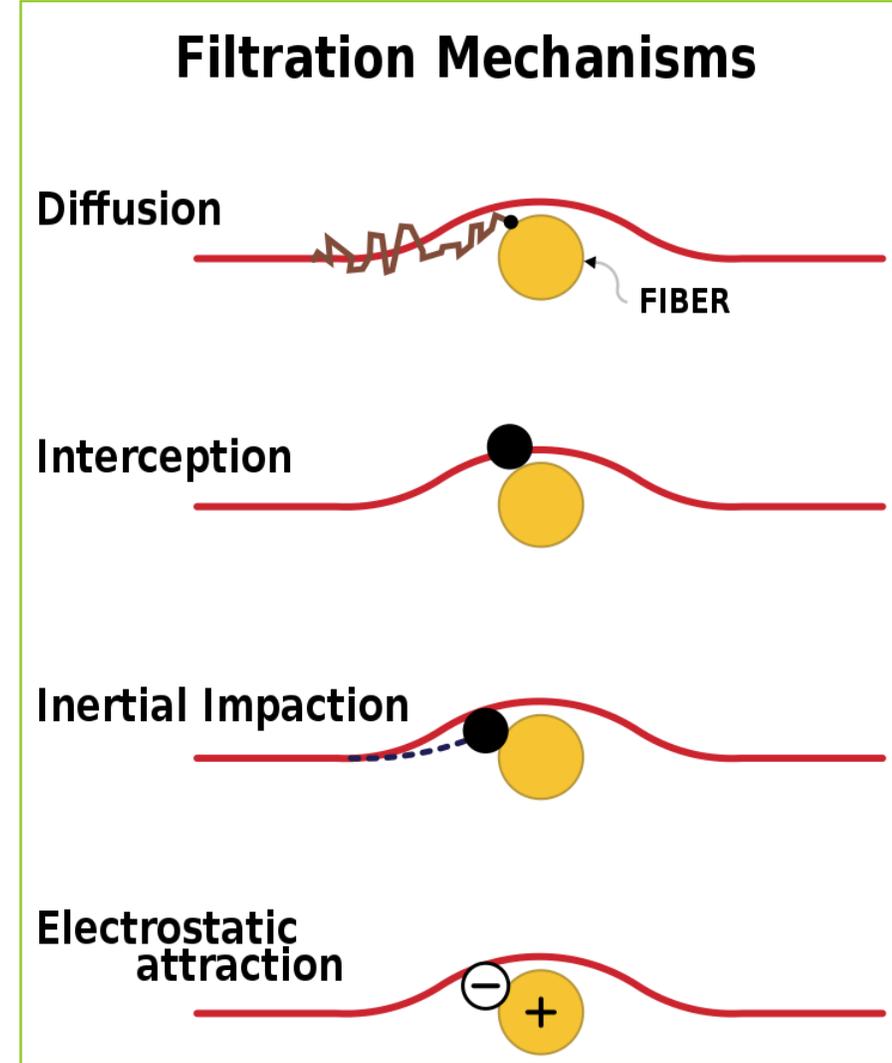
- HEPA standardını karşılayan filtreler, belirli verimlilik düzeylerini sağlamalıdır. Yaygın standartlar, bir HEPA hava filtresinin içinden geçen havanın en az %99,95'ini (ISO, Avrupa Standardı) veya %99,97'sini (ASME, U.S. DOE) 0,3 μm 'ye eşit olan parçacıkları ayıklayarak çıkarmasını gerektirir. Çapı 0,3 μm 'den küçük ve büyük parçacık çapları için filtreleme verimliliği artar.
- HEPA filtreler polen, kir, toz, nem, bakteri (0,2-2,0 μm), virüs (0,02-0,3 μm) ve mikron altı sıvı aerosolü (0,02-0,5 μm) yakalar. Aspergillus niger, Penicillium citrinum, Staphylococcus epidermidis ve Bacillus subtilis gibi bazı mikroorganizmalar, fotokatalitik oksidasyon (PCO) ile HEPA filtreler tarafından yakalanır.



İklimlendirme Sistemi (*Air Conditioning*)

HEPA Filtre / Filtreleme Mekanizmaları

- HEPA filtreleri, **rastgele düzenlenmiş liflerden oluşan bir keçe**den oluşur. Lifler tipik olarak 0,5 ile 2,0 mikrometre arasında çaplara sahip polipropilen veya cam elyafından oluşur. Çoğu zaman, bu filtreler karışık ince lif demetlerinden oluşur. Bu lifler, içinden havanın geçtiği dar, kıvrımlı bir yol oluşturur. En büyük parçacıklar bu yoldan geçerken, lif demetleri, parçacıkların geçmesini fiziksel olarak engelleyen bir mutfak eleği gibi davranır. Ancak daha küçük parçacıklar hava ile birlikte geçerken, hava bükülüp döndükçe, daha küçük parçacıklar havanın hareketine ayak uyduramaz ve bu nedenle liflerle çarpışırlar. En küçük parçacıkların eylemsizliği çok azdır ve her zaman hava moleküllerinin etrafında bu moleküller tarafından bombardımana tutulmuş gibi hareket ederler (Brown hareketi). Hareketleri nedeniyle liflere çarparlar.
- İşlevlerini etkileyen temel faktörler, fiber çapı, filtre kalınlığı ve alın hızıdır. HEPA filtre lifleri arasındaki hava boşluğu tipik olarak 0,3 μm 'den çok daha büyüktür. En küçük partikül boyutlu maddeler için çok yüksek seviyeli HEPA filtreleri kullanılır.



İklimlendirme Sistemi (*Air Conditioning*)

HEPA Filtre / Filtreleme Mekanizmaları

- Açıklıklardan veya gözeneklerden daha küçük parçacıkların geçebileceği elekler veya membran filtrelerin aksine, HEPA filtreler çeşitli parçacık boyutlarını hedeflemek üzere tasarlanmıştır. Bu parçacıklar, aşağıdaki üç mekanizmanın bir kombinasyonu yoluyla tutulur (bir life yapışırlar):
 1. Difüzyon (*diffusion*); 0,3 μm 'nin altındaki parçacıklar, bir HEPA filtresinde difüzyonla yakalanır. Bu mekanizma, en küçük parçacıkların, özellikle çapı 0,1 μm 'nin altındakilerin gaz molekülleriyle çarpışmasının bir sonucudur. Küçük parçacıklar etkili bir şekilde üflenir veya etrafa sıçrar ve filtre ortamının lifleriyle (*fibers*) çarpışır. Bu davranış, Brownian hareketine benzemektedir ve bir parçacığın durdurma veya çarpma yoluyla durması olasılığını artırır; bu mekanizma daha düşük hava akışında baskın hale gelir.
 2. Durdurma (*interception*); Hava akımında bir akış çizgisini takip eden parçacıklar, bir lifin bir yarıçapına gelir ve ona yapışır. Orta büyüklükteki parçacıklar bu işlem tarafından yakalanmaktadır.
 3. Çarpma (*impaction*); daha büyük parçacıklar, hava akımının kıvrımlı dış hatlarını takip ederek liflerden kaçınmaz ve doğrudan bunlardan birine gömülmeye zorlanır; bu etki, azalan lif ayırımı ve daha yüksek hava akış hızı ile artar.

İklimlendirme Sistemi (*Air Conditioning*)

Kabin içi **hava standartlarına** uyulması ve ona bağlı çalışılması gerekir. Sivil hava otoriteleri tarafından kabindeki temiz hava miktarı belirlenmiştir. Bu oranlara titizlikle uyulur.

Temiz hava oranı, yolcu sayısına ve kabinin hacmine bağlıdır.

- Havalandırma iki çeşit metotla yapılabilir:
 - a. Cebri havalandırma metodu (*ventilation method*)
 - b. Doğal, kendiliğinden (sızma, *air leakage*) havalandırma metodu (*infiltration method*)
- Temiz Hava Oranlarının belirlenmesinde:
 - 1) Hava değişim miktarı metodu (*Air change method*)
 - 2) Taze hava miktarı metodu (*Fresh air CFM method*)

İklimlendirme Sistemi (*Air Conditioning*)

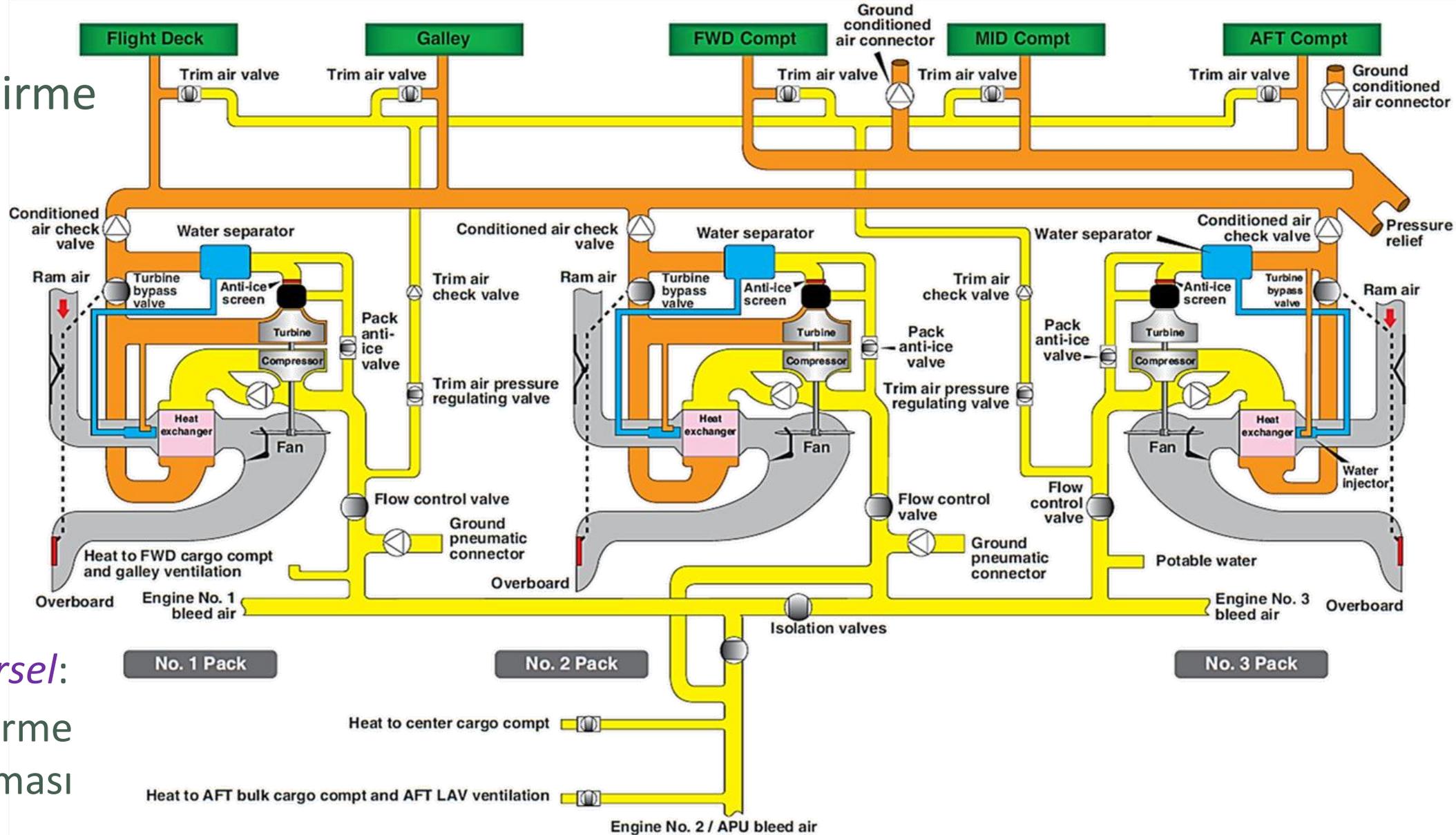
Hava değişim miktarı metodu (*Air change method*)

- Dış hava miktarı, hava değişim miktarına göre hesaplanacaksa, bu metotla taze hava miktarı, ortamın hacmine göre hesaplanır ve tablolardaki değerler alınır. Kabindeki hava en az 2 saatte tümüyle değişmelidir, en fazla saatte 5 defa değişmelidir.

Taze hava miktarı metodu (*Fresh air CFM method*)

- Dış hava miktarı, taze hava metodunda, kabinin alanı ya da insan sayısına göre hesaplanır ve tablolardaki değer konulur. Bu değer en az 25 CFM (CUBICFEET/MINUTES) insan başına ya da 50 CFM her feet kare (ft²) alan başına olmalıdır. Hangi değer yüksekse o seçilir.

İklimlendirme Sistemi



Örnek Görsel:
İklimlendirme
sistem şeması

İklimlendirme Sistemi (*Air Conditioning*)

- Sistemin çalışması ve parçaları:

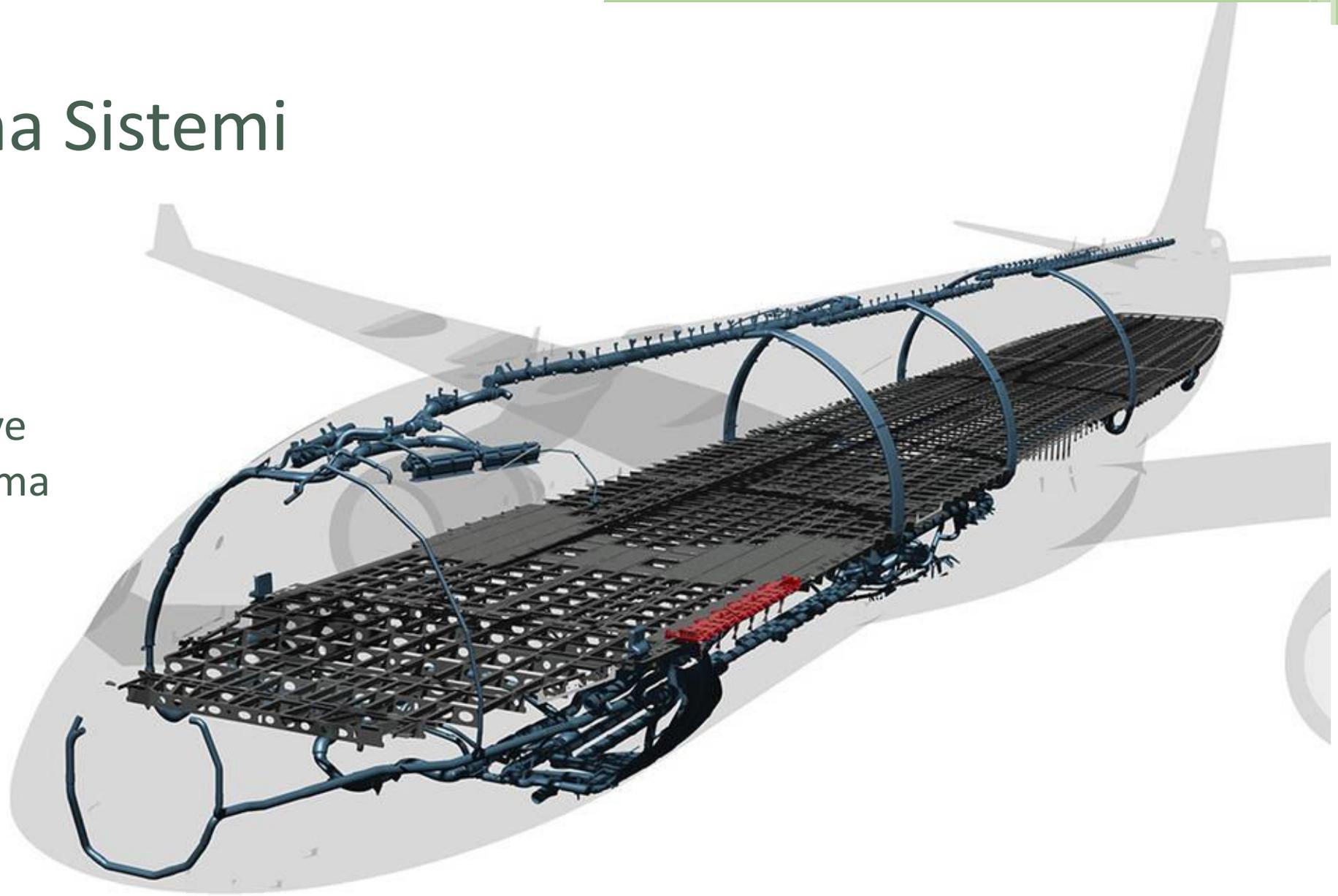
Pnömatik sistemden sağlanan hava, soğutma paketi (cooling pack) adı verilen ünitelerde soğutulur. Sıcak sistem havasının bu şekilde şartlandırılmasından sonra hava, soğuk olarak karışım manifolduna (mix manifold) gelir. Karışım manifolduna ayrıca kompartımanlarda kullanılmış hava filtre edilerek gönderilir. Karışım manifoldu, ön kargo kompartımanı arka duvarı gerisindeki basınçlı alana yerleştirilmiştir. Gönderme işlemini yapan aygıt sirkülasyon fanı (recirculation fan)'dır.

Karışım manifoldu havası yolcu kompartımanına gönderilmiştir. Karışım manifolduna sağ pack havasının tamamı, sol pack havasının %81'i gider. Sol pack havasının geri kalan %19'luk kısmı, uçuş kompartımanına gönderilir.

Havalandırma Sistemi

Örnek Görsel:

Kabin zemin yapısı ve
uçaktaki havalandırma
boruları / kanalları



İklimlendirme Sistemi (Air Conditioning)

- Sistemin çalışması ve parçaları:

Yolcu ve uçuş kompartıman havasının sıcaklık kontrolü baş üstü panelindeki düğmelere verilen kumandalarla sağlanır. Düğmelerle verilen kumanda, her bir kompartımana ait olan trim air valve (hava ayar valfi) pozisyonunu ayarlar. Baş üstü panelindeki düğmelerin AUTO/OFF pozisyonları vardır. OFF pozisyonunda iken valfler kapalı, AUTO pozisyonunda iken valfler soğutma birimi kontrol ünitesinden (pack/zone controller) aldığı kumandaya göre çalışır.

Kompartıman ve besleme hattı (supply duct) üzerindeki sıcaklık sensörleri, bulunduğu yerin sıcaklığını, kendi sistemini kontrol eden valflerin pozisyonu için ilgili pack/zone controller'e bildirir. İndikasyon hissedicisi (Bulb) ise bulunduğu yerin sıcaklığını baş üstü panelindeki indikatörlere bildirir. Aşırı sıcaklık şalterleri, bulunduğu yerin sıcaklıklarını ikaz amacıyla baş üstü panelindeki lambaları yakar ve ilgili valfleri kapatmak için görev yapar.

İklimlendirme Sistemi (Air Conditioning)

- **Yer servis bağlantısı:**

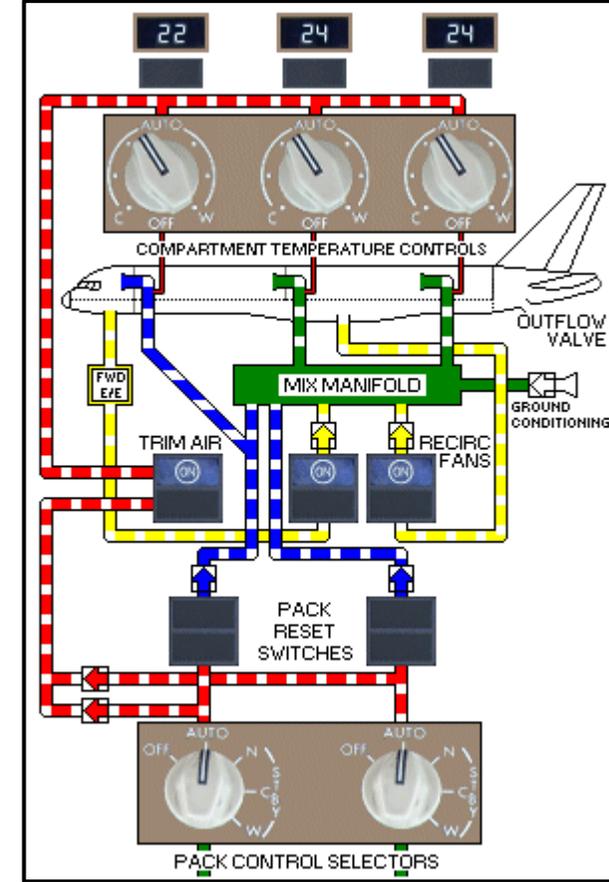
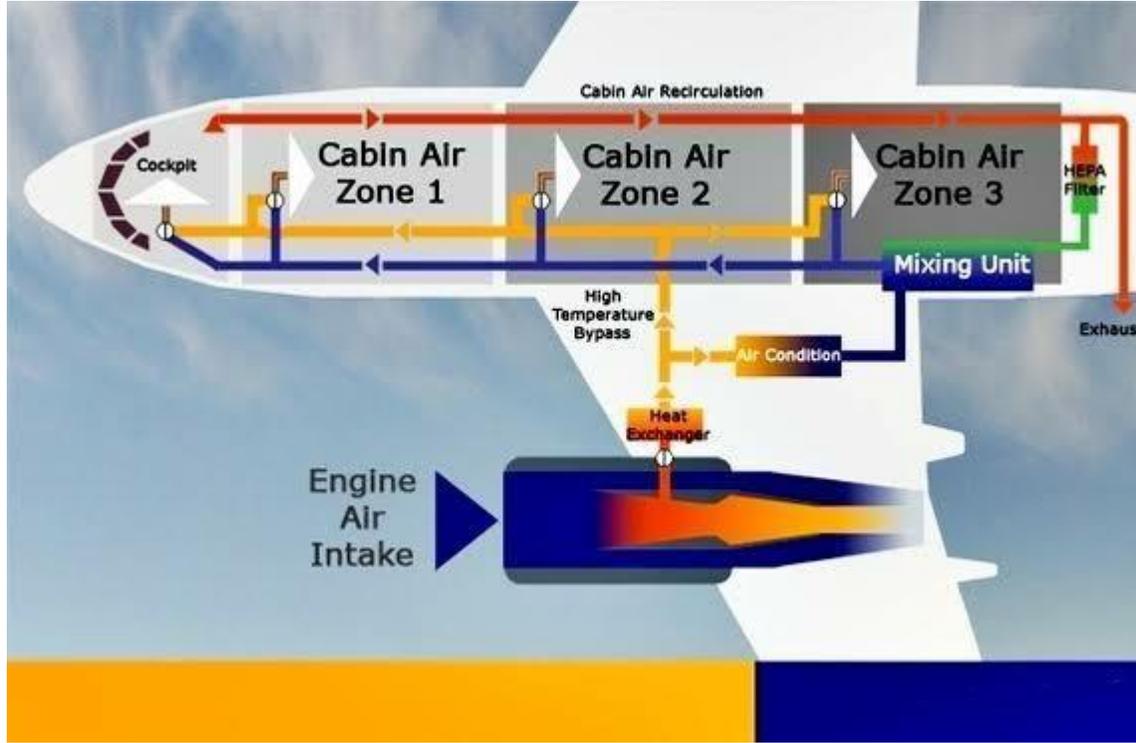
Uçak hava koşullandırma sistemi çalışmadığı zamanlarda kabinlere hava gönderebilmek için yer beslemeleri kullanılır. Karışım manifolduna haricî hava girişi sağlamak için manifold altına bir yer servis bağlantısı konulmuştur. Sistem kendi havası ile çalışırken koşullandırılmış havanın servis bağlantısından kaçmasını önlemek için bağlantı hattı üzerine bir çek valf yerleştirilmiştir. Yer servis bağlantısı için kısa bir boru bulunur ve bağlantıya erişmek için servis kapağının açılması gerekir. Sirkülasyon fanları uçak içi havalandırmayı sağlamak için filtreler ve çek valfler kullanır. Fanların çalışmadığı durumlarda karışım manifoldundan hava kaçmasını önlemek için fan hatları üzerine çek valf konulmuştur.

İklimlendirme Sistemi (Air Conditioning)

- **Isıtma (*Heating*):**

Isıtma sistemi, yolcu kabini ve kargo kompartımanları için gerekli olan sıcak havayı temin eder. Isıtma işlemi, şartlandırılmış hava ve bir boru hattı kullanımı ile gerçekleştirilir. Kabin baş üstü dağıtım hattından geçirilen şartlandırılmış hava yolcu kompartımanını ısıtır. Kargo kompartımanları ise yolcu kabininden gelen havanın kargo yan panellerinin dışından geçirilmesi ile pasif olarak ısıtılır.

İklimlendirme Sistemi (Air Conditioning)



- İklimlendirme sistemi prensip şeması
 - Isıtma ve sıcaklık ayarlaması yapılır

İklimlendirme Sistemi (Air Conditioning)

- Isıtma: Kokpit – Yolcu Kompartımanı – Kargo Kompartımanı

Kokpit havasının ısıtılması ya da soğutulması işlemleri, sıcaklık kontrol sistemince belirlenen kumandalarla sağlanır. Ayarlanmış hava, kokpitte bulunan çıkışlardan çıkarak kompartıman havası sıcaklığı istenilen seviyeye gelir.

Yolcu kompartımanının ısıtılması kokpitten bağımsız olarak baş üstü dağıtım hattı üzerinden gerçekleşir. Şartlandırılmış hava, yolcu kompartımanı yan duvarları üzerinde bulunan çıkışlardan kabine girer. Pack havası sıcaklığının ayarlanması ile kabin sıcaklığı da belirlenmiş olur.

Yolcu kompartıman havası yolcu kompartıman alt yan duvar menfezlerinden geçer. Bu hava, kargo kompartımanının yan duvarlarını yalayarak kompartıman çevresi boyunca geçirilmesiyle yapılır ve kompartımanın ısıtma havası olarak kullanılır. Equipment cooling blower (ekipman soğutma fanı) larla sağlanan hava, uçak havada iken yine ön kargo kompartıman altından geçerek ısıtma havası olarak kullanılır.

İklimlendirme Sistemi (Air Conditioning)

- **Soğutma ve Hava Dönüşüm Sistemi (*Air Cycle System*):**

Pnömatik sisteminden gelen basınçlı sıcak hava, cooling pack adı verilen birimlerde soğutulur. Soğutma işlemi için sıcak hava, akış kontrol ve kesme valfinde (flow control and shut off valve) debisi ayarlandıktan sonra iki yolu takip eder. Bir yoldan birincil ısı değiştirici (primary heat exchanger) ye giderek uçağın hareketi ile oluşan hava akımı (ram air) sistemden gelen soğuk hava ile soğutulur. Primary heat exchanger'da bir miktar soğumuş hava hava dönüşüm makinesinin (air cycle machine-ACM) kompresör kademesinde sıkıştırılır. Sıkışan havanın basıncı ve sıcaklığı artar.

İklimlendirme Sistemi (Air Conditioning)

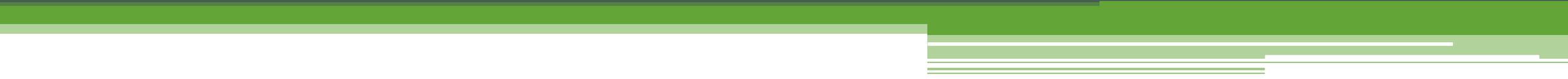
- Soğutma ve Hava Dönüşüm Sistemi (Air Cycle System):

Kompresörden çıkan hava ikincil ısı değiştiriciye (secondary heat exchanger) giderek tekrardan ram air'den gelen soğuk hava ile soğutulur. Secondary heat exchanger'dan çıkan havanın nemi su ayırıştırıcı (water extractor) ve su separatörü (water separator) tarafından alınır. Havanın bir miktar nemi alındıktan sonra tekrar ısıtıcı (reheater) ve yoğunlaştırıcıdan (condenser) geçerek tekrardan water extractor tarafından nemi tamamen alınarak ACM'nin türbin kademesine gönderilir. ACM türbin kademesinde havanın hızı artar ve basıncı düşer. Hava dar alandan geniş alana çıkış yapması sonucu çok soğuk olarak condenser'den geçer.

Çok soğuk olan hava sistemde buzlanma meydana getirebilir. Pack/zone controller pack ısı sensöründen (pack temperature sensor) almış olduğu ısı değerine göre ısı kontrol valfinin (temperature control valve) pozisyonunu ayarlar ve türbin çıkışına sıcak havayı gönderir. Valf, 115 V AC tek faz gerilim altında çalışır. Böylece türbin çıkışında çok soğuk olan hava ile karışarak mix manifolda gider. Türbin çıkışındaki havanın ıslısının artmasıyla sistemde oluşabilecek buzlanma önlenmiş olur.

MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

BASINÇLANDIRMA



Basınçlandırma (*Aircraft Pressurisation System*)

Kabin Basınçlandırma

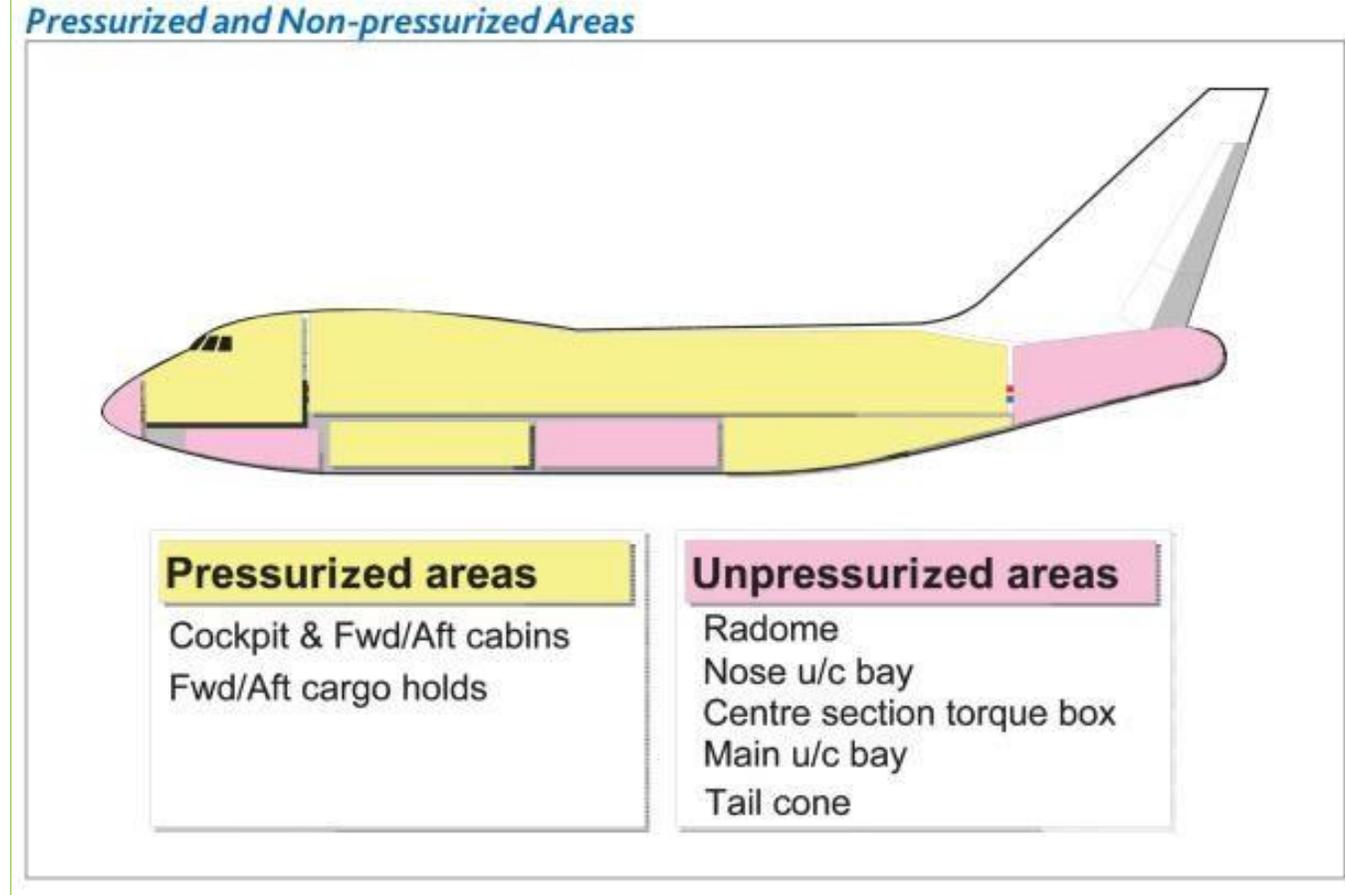
- Kabin basıncı, 40.000 ft'ye ulaşabilen seyir yüksekliklerinde hem pilotların ve mürettebatın hem de yolcuların güvenliği ve konforu için tasarlanmıştır.
- Temel olarak kabin basınçlandırma işleminin çalışma şekli, klima sistemi ile aynıdır, çünkü **kaynak kabin basınçlandırması klimadan** sağlanır.

Nasıl çalışır?

1. Girişten geçen hava, sıkıştırılacağı ve bundan ötürü ısınacağı, uçak jet motorunun kompresör aşamasına girer.
2. Daha sonra sıcak hava bir sonraki aşamaya, yani havanın soğutulacağı **klimaya** geçecektir.
3. Hava soğuduktan sonra yüksek verimli bir **filtre** kullanılarak hava temizlenir, böylece insanlar tarafından solunacak temizliğe ve kaliteye getirilir.
4. Karıştırılan hava daha sonra kabin, kargo, kokpit ve diğer basınçlandırma alanlarında dolaştırılacak, kabin ve kargodan gelen basıncı eşitlemek için üfleme valfi adı verilen bir bileşen kullanılacaktır.
5. Hava, basınçlandırma alanına sirküle edildikten sonra, hava basıncı, çıkış valfi ile basıncın az veya çok olmaması ve yolcu, pilot ve mürettebatın havayı rahat bir şekilde soluyabilmesi için ayarlanacaktır.

Not: Uçağa giren dış hava, boşaltılan hava ile aynı miktardadır. Tüm kabindeki hava her 2 ila 3 dakikada bir yenilenir.

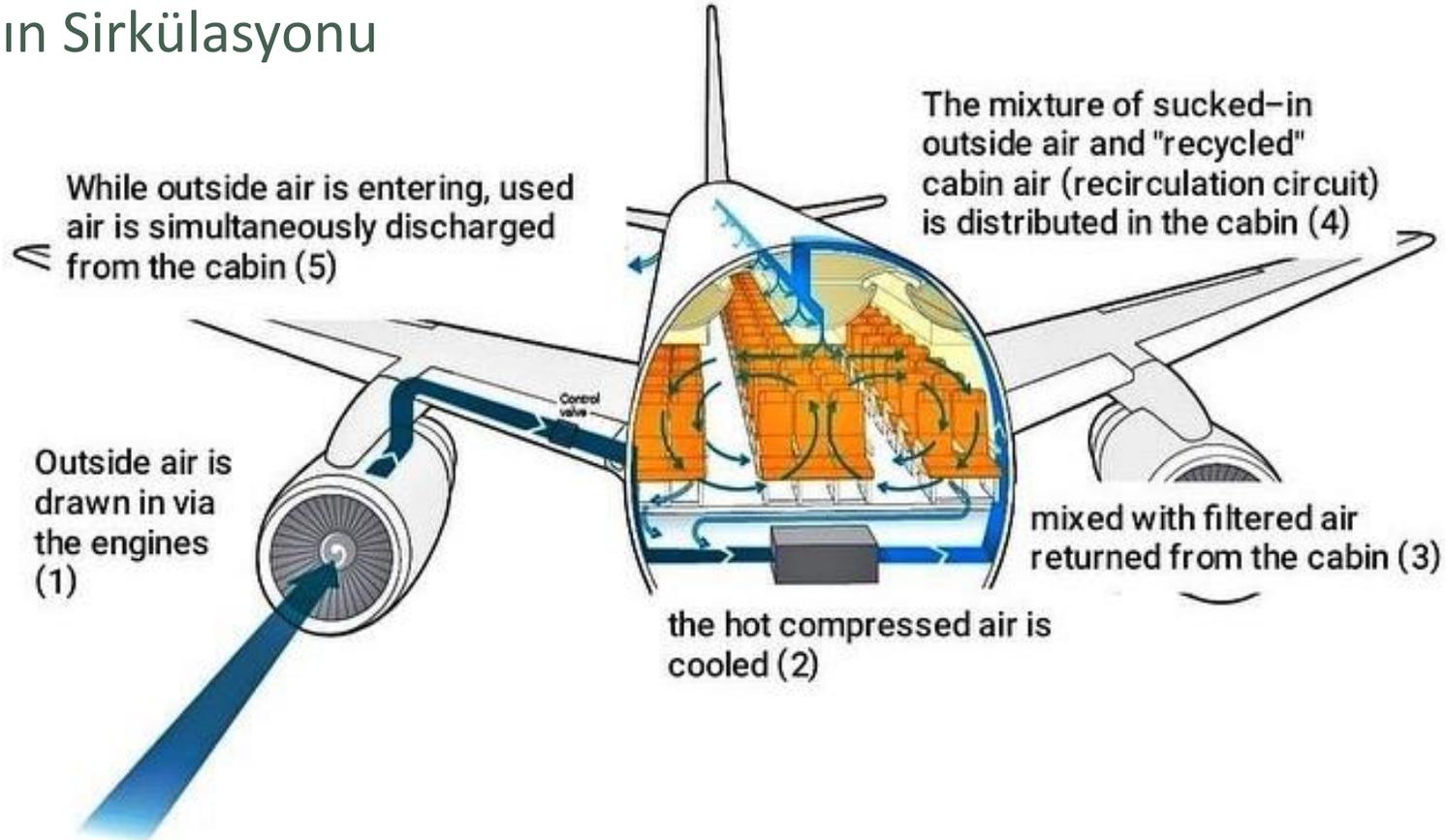
Basınçlandırma (*Aircraft Pressurisation System*)



- Uçakta basınçlı (*sarı renk*) ve basınçsız (*pembe renk*) bölümler

Basınçlandırma (*Aircraft Pressurisation System*)

Kabin Havaasının Sirkülasyonu



Basınçlandırma (*Aircraft Pressurisation System*)

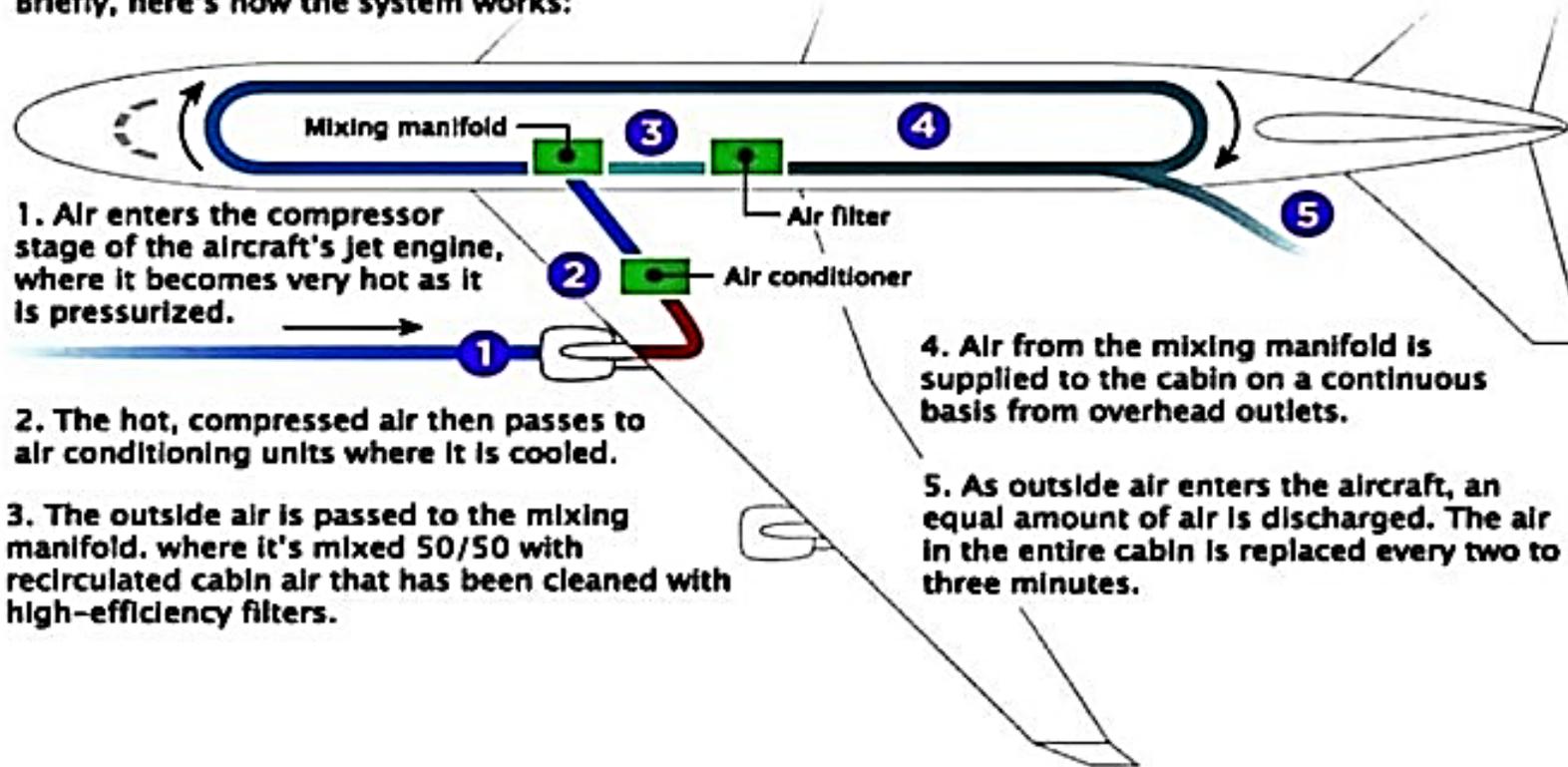
- Yüksek irtifalarda uçabilmek için, mürettebatın ve yolcuların ek oksijene ihtiyaç duymadan nefes alabilmesi için **uçanın basınçlandırılması gerekir**.
- Çoğu uçaktaki kabin ve kargo ambarları (veya bagaj bölümleri), uçağın dışındaki ortam basıncından daha yüksek basınç altında havayı tutabilen sızdırmaz bir ünite (kabin veya kompartıman) içinde bulunur. Türbin motorlarından gelen Boşaltma Havası (*bleed air*), kabini basınçlandırmak için kullanılır ve hava, bir **Çıkış Valfi** ile kabinden serbest bırakılır.
- Pratikte, bir uçak tırmanırken, basınçlandırma sistemi aynı anda hem kabin basıncını hem de fark basıncını kademeli olarak artıracaktır. Maksimum seyir basıncı, **kabin irtifasını 8.000 feet veya altında tutma ihtiyacı** ile sınırlandırılacaktır.
- Bir **emniyet valfi**, tahliye valfi görevi, bir vakum tahliye valfi ve bir boşaltma valfi olarak işlev görür.

Basınçlandırma (*Aircraft Pressurisation System*)

Cabin air

The cabin air system in today's jetliners is designed to provide a safe, comfortable cabin environment at cruising altitudes that can reach upward of 40,000 feet.

Briefly, here's how the system works:



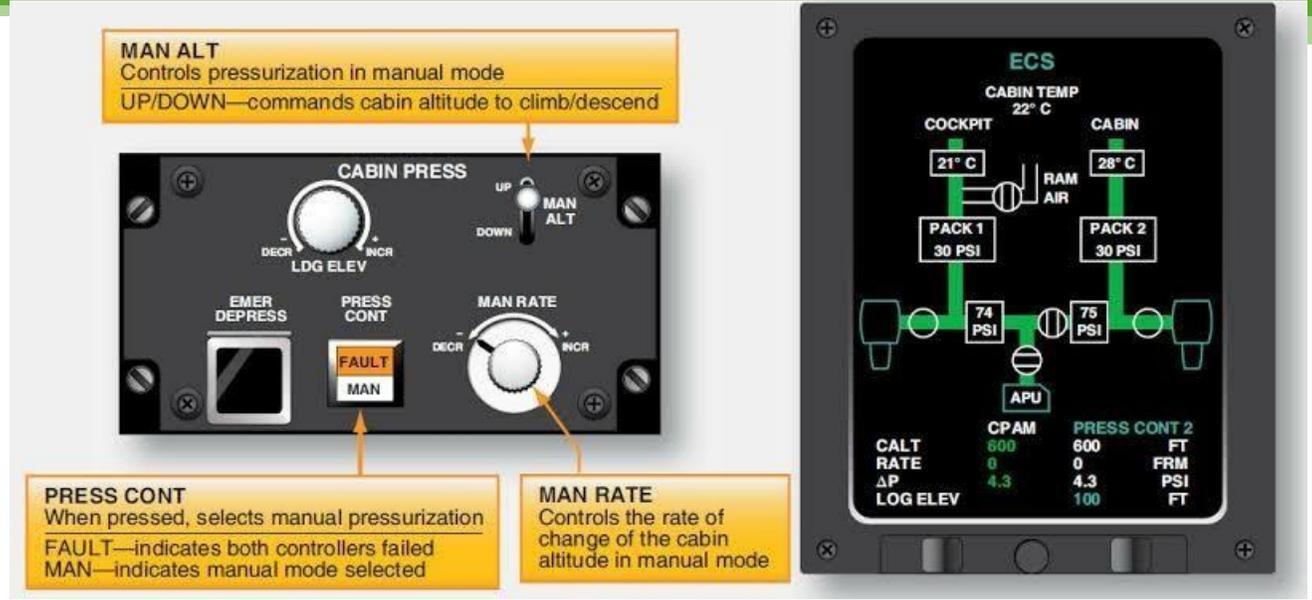
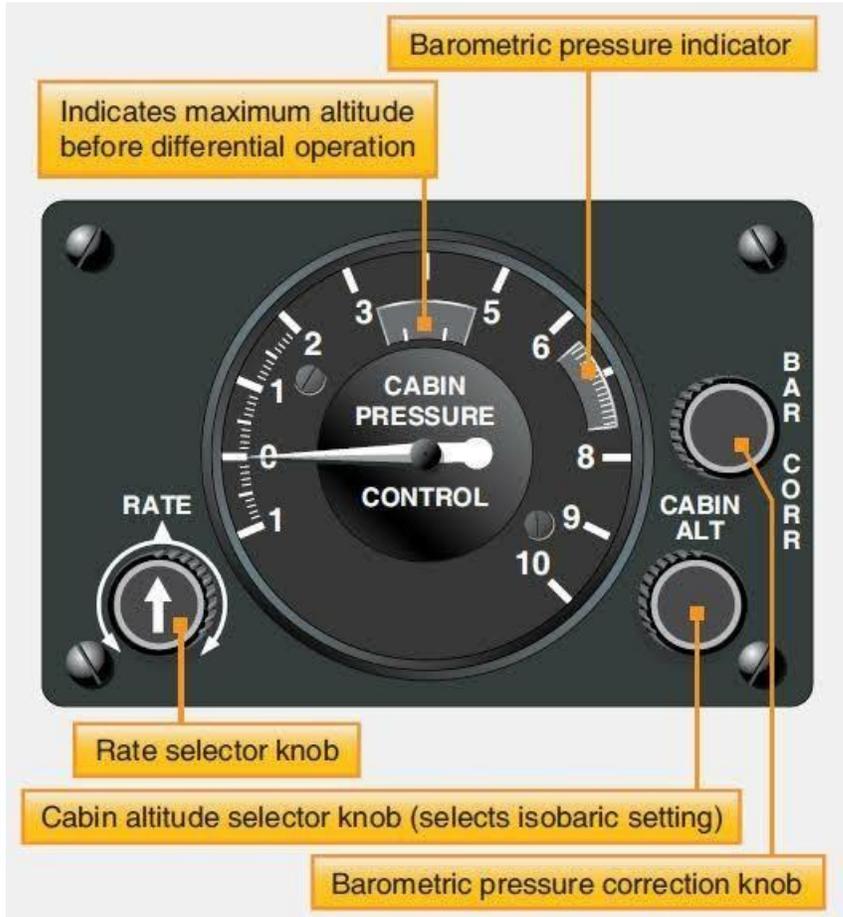
Kabin Basınçlandırma Sistemi Prensi Şeması

Basınçlandırma (*Aircraft Pressurisation System*)

Göstergeler / Kabin ve Kokpit

- Bir Kabin Altimetresi, Diferansiyel Basınç Göstergesi ve Kabin Tırmanma Oranı Göstergesi, mürettebatın uçak basıncını izlemesine yardımcı olur.
 - Kabin Tırmanma Oranı Göstergesi (*Cabin rate-of-climb indicator*)
 - Diferansiyel Basınç Göstergesi (*Cabin/differential pressure indicator*)
 - Kabin Altimetresi (*Cabin pressure control*)

Basınçlandırma



- Kabin, kokpit göstergeleri ve basınç kontrolü



Basınçlandırma (*Aircraft Pressurisation System*)

- **Basınçlandırma Sistemleri:**

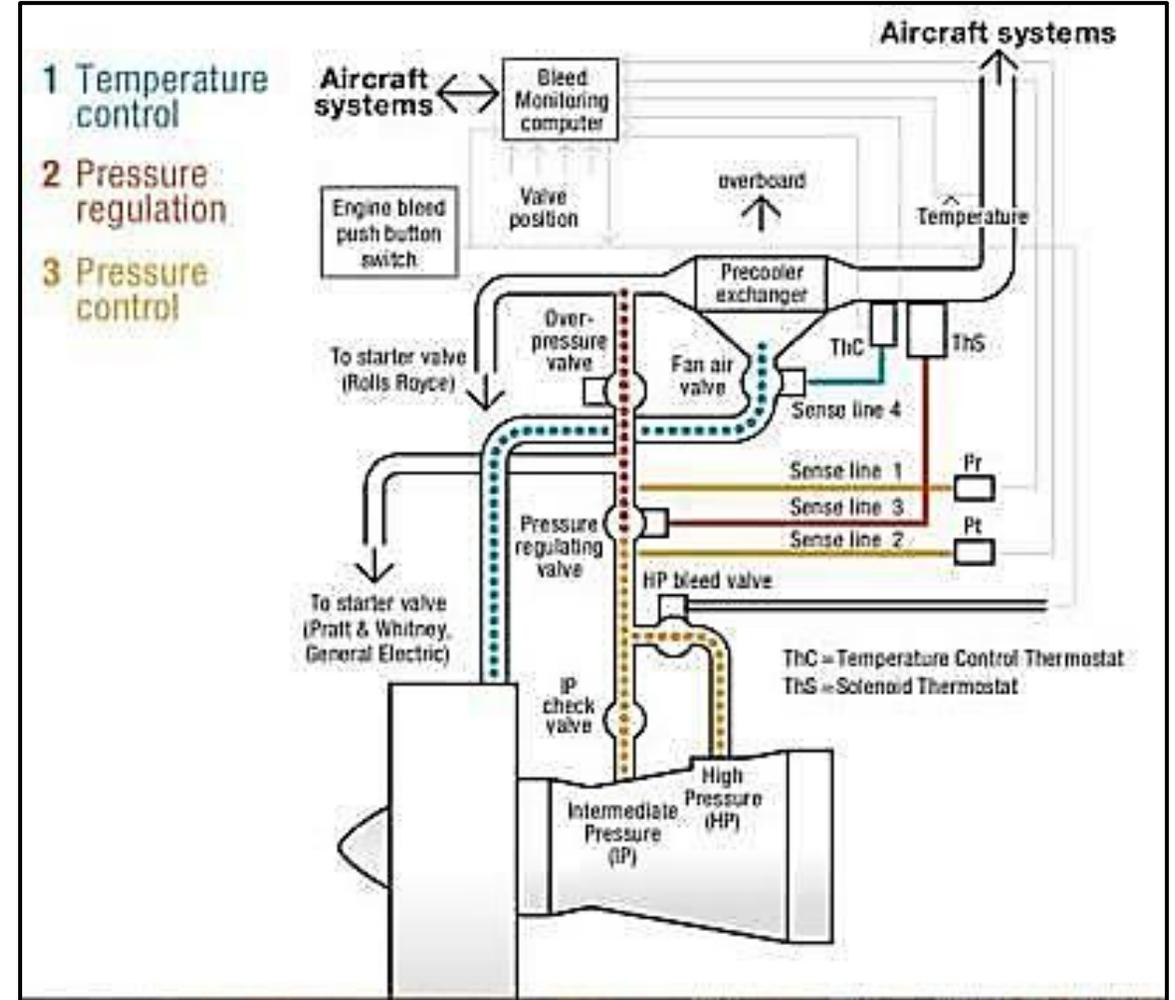
Basınçlandırma sistemi; kontrol sistemi, basınçlandırma emniyet valfleri, gösterge ve ikaz sistemlerini içerir. Bu sistem, her irtifada uçak içinde istenilen hava basıncını temin eder. Sistem elektriksel çalışıp elektronik olarak kontrol edilmektedir. Basınç kumandasında seçilebilecek dört farklı mod bulunur. Bunlar otomatik sistem, yarı otomatik sistem ve iki manuel (EI) AC/DC ile kumanda sistemlerinden oluşur.

Basınç kontrollerinde kullanılan emniyet valfleri ve kabin yükseklik ikaz sistemi (Cabin altitude warning system), kabin içinde meydana gelebilecek anormal basınç değişimleri için önlem niteliğindedir.

Basınçlandırma (Aircraft Pressurisation System)

Örnek Görsel: Pnömatik basınçlandırma sistemi kontrol prensip şeması

- Sıcaklık kontrolü
 - Precooler exchanger
 - ThC - Temperature Control Thermostat
 - ThS - Solenoid Thermostat
- Basınç kontrolü ve ayarlaması
 - High Pressure HP Bleed Valve
 - Pressure Regulating Valve
 - Over-pressure Valve
 - Intermediate Pressure IP Valve



Basınçlandırma (*Aircraft Pressurisation System*)

- **Aft Outflow Valve – Basınç Kontrolcüsü (Pressure Controller):**

Kabin basıncını tayin etmek için kabin içindeki basıncın modülasyonlu olarak dışarı (atmosfere) atılmasını sağlar. Valf elektrik motoru ile tahrik ettirilir. AC motor veya DC motorla çalışmasını sürdürür. Bu valfin gövdesi, dikdörtgen şekilli alüminyum malzemelidir. Gövde içinde hareketli bir geçit bulunur. Valfin her iki tarafında bulunan AC ve DC motorları tarafından bu geçit hareket ettirilerek valf aralığı ayarlanır. Uçak yer modunda iken valf açık pozisyonundadır.

Basınç kontrolcüsü, AC veya DC motora kontrol sinyalleri sağlar. Kontrolcü giriş sinyalleri, uçuş kompartmanındaki kontrol panelinden sağlanır. Bu sinyaller; kabin basınç sensörü ve uçak yükseklik sensöründen gelen bilgilerle barometrik düzeltme ve hava/yer modu verilerinden oluşur. Kontrolcü, almış olduğu bu sinyalleri değerlendirerek outflow valve'nin pozisyonunu ayarlar.

Basınçlandırma (*Aircraft Pressurisation System*)

- **Safety Relief Valve:**

Her iki valf, arka kargo kompartıman arkasında ve arka outflow valfe bitişiktir. Valf, hava basıncı ile çalışır. Valf, iki adet olup aynı tiptedir. Birbirinden bağımsız çalışır. Basınç farkı 8,65 PSI'yı aşarsa valf açılarak kabindeki aşırı basıncın atmosfere gitmesini sağlar. Valf, 8,65 PSID'de kapanır.

- **Negative Relief Valve:**

Kabin basıncının dış ortam basınçtan düşük olması durumunda açılır. Valfte, üst tarafından menteşeli ve yay yükü ile çalışan bir kapak bulunur. Uçağın dışındaki basınç, uçağın içindeki basıncı 1 PSID aşarsa valf kapağı içeri doğru açılarak dışarıdaki havanın içeriye girmesini sağlar. Basınç normale döndüğünde kapak otomatik olarak kapanır.

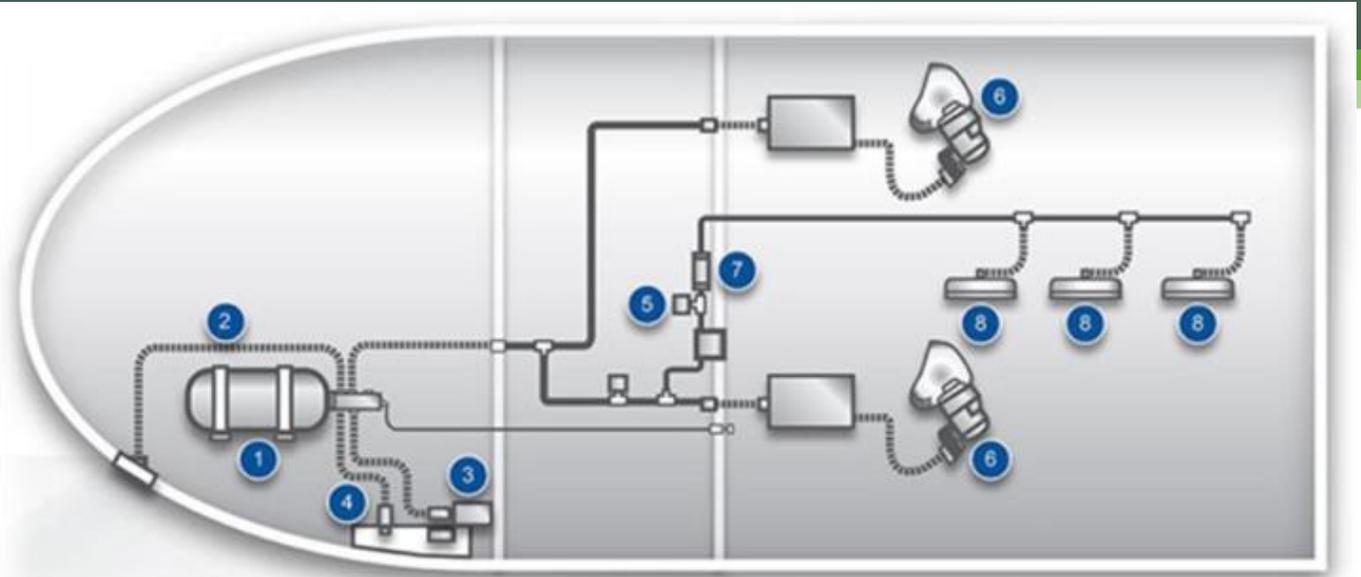
MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

OKSİJEN SİSTEMİ



Oksijen Sistemi

- **ATA 35** (AMM Chapter 35)
Modül 11.15



Oksijen Sistemi (ATA 35)

Oksijen, uçaklarda aşağıdaki sebeplerle kullanılabilir;

- Uçağın iç basıncı azaldığında,
- Acil durumlarda,
- İlk yardımda.

İhtiyaç halinde kullanılmak üzere uçaklarda üç farklı bölümde oksijen sistemi bulunmaktadır.

- Uçuş ekibi oksijen sistemi
- Yolcu oksijen sistemi
- Taşınabilir oksijen sistemi

Uçuş ekibi oksijen sistemi diğer sistemlerden bağımsızdır. Yüksek basınçlı gaz sistemidir. Sivil ve askeri uçaklarda mutlaka bulunması gerekmektedir.

Oksijen Sistemi (ATA 35)

Uçuş ekibi oksijen sistemi diğer sistemlerden bağımsızdır. Yüksek basınçlı gaz sistemidir. Sivil ve askeri uçaklarda mutlaka bulunması gerekmektedir.

Ayrıca askeri savaş uçaklarında bu sistem doğrudan pilotlara özel maskelerden verilmektedir. Bunun sebebi ise bu uçakların kabinlerinin basınçlandırılmamasıdır.

Uçuş ekibi oksijen sisteminde kullanılan oksijen silindirleri genelde aviyonik kopyamanın da veya ön kargo kompartımanının sağ tarafında bulunur. Çevresi temiz, yağlardan ve ısıdan uzakta bulunmalıdır. Manifoldtan boru ve hortumlarla uçuş ekibi oksijen maskelerine oksijen gönderilir.

Yolcu oksijen sisteminde ise yine gazlı veya kimyasal oksijen sistemi kullanılır. Jeneratörler Maskeler yolcuların başı üzerinde yolcu servis ünitesindedir (Passenger Service Unit-PSU). Her kimyasal jeneratör ayrı ve PSU üzerinden 2 ile 4 adet oksijen maskesini beslenebilir. Maskeler esnek borularla kimyasal oksijen kaynaklarına bağlıdır.

Oksijen Sistemi

Oksijen Gazı

Oksijen renksiz, kokusuz, tatsız ve yanmayan bir gazdır. Ancak oksijen yanmanın meydana gelebilmesi için olmazsa olmazlardan biri olarak bilinen “YAKICI GAZDIR”. Tüm yanmalarda mutlaka oksijen vardır. Yangınların meydana gelmesi, malzemeler üzerinde korozyonun oluşumu ve motorlar içinde yanmanın meydana gelmesi gibi örnekler artırılabilir.

Oksijen Sistemi / Oksijen Gazı

Saf oksijen ile çalışılan durumlarda ek önlemler alınmalı, dikkatli ve özenli hareket edilmelidir.

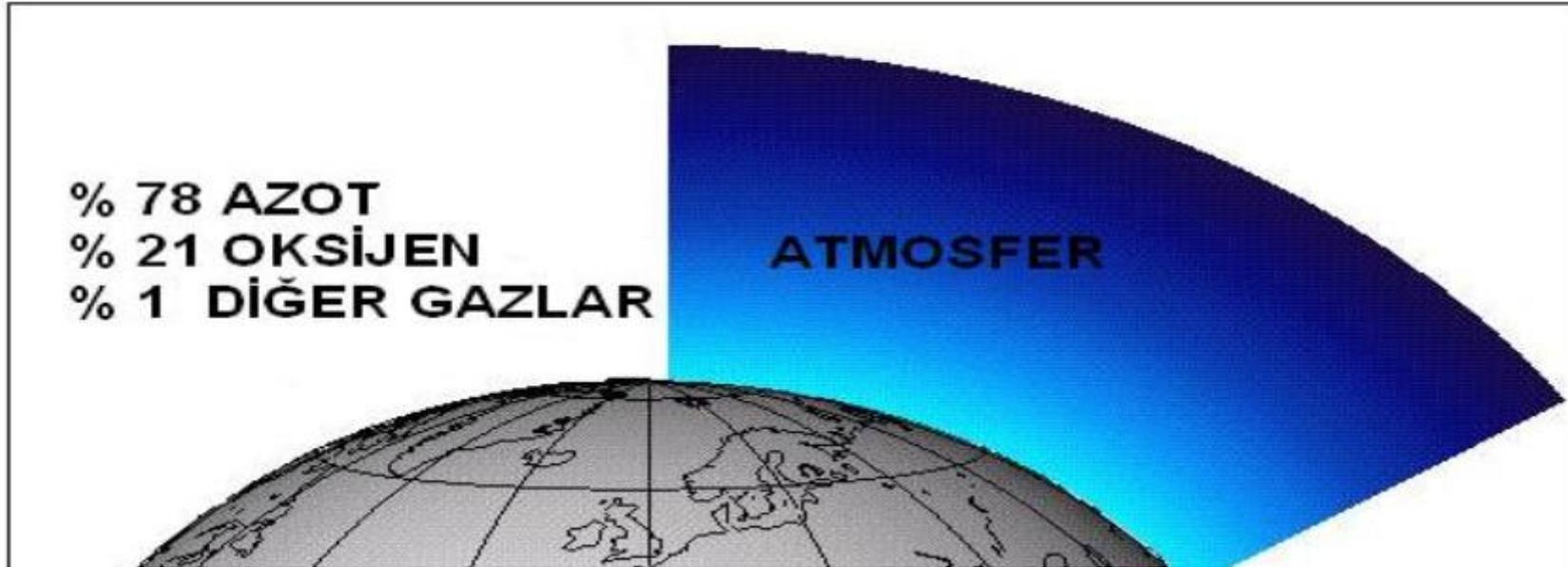
Örnek Görsel: **Yangın Üçgeni**

- Oksijen (*oxygen*)
 - Isı (*heat*)
 - Yakıt (*fuel*)



Oksijen Sistemi / Oksijen Gazı

Bilindiği gibi atmosferdeki havanın içerisinde %78 azot, %21 oksijen ve %1 diğer gazlar bulunur.

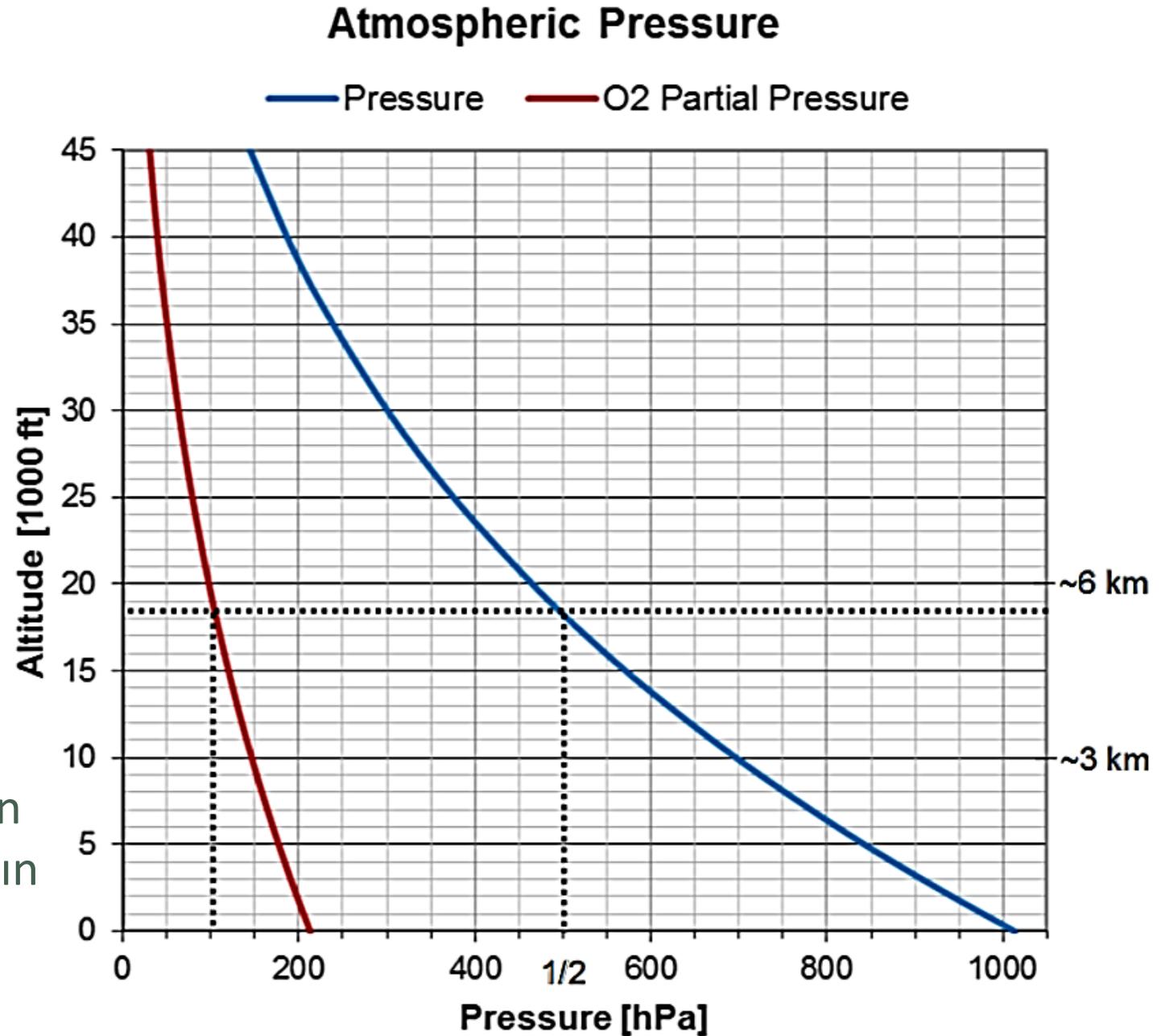


Oksijen Sistemi / Oksijen Gazı

- Gazların yüzde oranı her yükseklikte aynıdır. Ancak gazlarda yükseklik arttıkça basınç ve yoğunluk ters orantılı olarak azalacaktır.
- Basınç ve yoğunluğun azalması ile birlikte oksijenin ve diğer gazların oranında bir değişiklik olmaz oksijen oranı % 21'dir.
- Bulunulan seviyede (irtifada) havanın yoğunluğu az olduğundan çektiğimiz havanın içerisindeki oksijen de daha az olacaktır.
- Yükseklik arttıkça havanın ve oksijenin yoğunluğu azalmaktadır. İnsan vücudu için en uygun oksijen miktarı deniz seviyesindedir. On bin feet'de (3000 m) bu oranın 2/3'ü, on sekiz bin feet'de (5500 m) yarısı kadardır.

Oksijen Sistemi / Oksijen Gazı

- *Örnek Grafik:* Atmosfer basıncının ve içindeki kısmi oksijen basıncının yüksekliğe bağlı olarak değişimi



Oksijen Sistemi / Havacılık Oksijeni

Endüstride üç tip oksijen kullanılmaktadır. Bunlar;

- Havacılık Oksijeni
- Tıbbi Oksijen
- Kaynak Oksijeni

Havacılık oksijeni oldukça kuru olduğundan yükseklerde donma gibi bir tehlike oluşturmaz. Bu sayede valflerde buzlanma meydana gelmediği gibi korozyonuda ortadan kaldırır. Ayrıca oksijen tüplere doldurulurken tamamen temizlenerek doldurulduğu için tıkanma veya kirlenme yapmaz. Tıbbi oksijen içerisinde su tanecikleri bulunduğu için havacılıkta tercih edilmez. Kaynak oksijeni kesinlikle kullanılmaz. Çünkü sadece kaynak amaçlı olduğu için kirlidir ve sistemde tıkanma yapar. Havacılık oksijeni yeşil renkte tüplerde ve üzerinde “AVIATION BREATHING OXYGEN” etiketi bulunur. Şekil 1.3’de

Oksijen Sistemi / Havacılık Oksijeni

Uçaklarda kullanılan oksijenlerin saflık derecesi MIL-PRF-27210 standartıyla belirtilmiştir. Daha önce yukarıda belirtildiği gibi oksijen içinde nemin donmaması için oksijen tamamen kuru olmalıdır. Yangın ve patlama tehlikesine karşı ikmal yapılan yerlerin etrafında kir, pislik ve yağ bulunmamasına dikkat edilmelidir. Bir başka önemli unsurda sıvı oksijen tüpe doldurulurken çevre sıcaklığından dolayı tüp içerisinde 1 litre sıvı oksijen tüp içerisinde genişlediğinde 862 kat artmaktadır.

Doldurma işlemleri daima hangar dışında yapılmalıdır. Dolum yaparken hava sıcaklığı kontrol edilerek gösterge izlenmeli ve sıcaklı-basınç oranı karşılaştırılmalıdır. Oda sıcaklığında yaklaşık 21 °C de tüpteki basınç 1850 PSI okunmalıdır. Oksijen gazı yüksek sıcaklıkta yüksek basınç değeri, düşük sıcaklıkta düşük basınç değeri gösterir. Doldurma tankları ve bağlantı elemanlarının kaçak testleri yapılmalıdır. Dolum yapılan alanın etrafında sigara içilmemelidir. Tüpler doldurulduktan sonra yerlerine montajı dikkatlice yapılmalıdır.

Uçuş Ekibi Oksijen Sistemi

Uçuş ekibi oksijen sistemi, uçuş ekibinin, tüp içinde depolanan basınçlı oksijen ile ani basınç düşümü, zehirli gaz ve duman durumunda ihtiyacını karşılar. Uçuş kabini yüksekliği 14.000 feet'e geçtiği zaman devreye girer.

Ayrıca uçuş kabini içerisinde zehirleyici gaz veya duman varsa kullanılır. Askeri ve sivil uçaklarda yerleri ve sistemleri farklı olsada her personelin kendine ait maskesi vardır. Maskeler hariç bu sistemin parçaları elektronik kompartımanındadır.

Uçuş ekibi oksijen sistemi; oksijen tüpleri, basınç regülatörleri, açma-kapama valfleri, yüksek basınç deşarj ve indikatörü, basınç göstergeleri, oksijen dağıtım hattı, tüp doldurma hattı, oksijen maskelerinden meydana gelir.

Uçuş Ekibi Oksijen Sistemi / Oksijen Tüpleri

- Uçuş ekibi için gerekli olan oksijeni depolar. Uçaklarda sayıları bir ve birden fazla olabilir.
- Çelik veya kompozit malzemelerden yapılırlar. Kompozit tüplerin ömrü 15 yıl, çelik tüplerin ömrü 10 yıldır. Ancak bu süreler kullanım yeri ve şekline göre değişebilir.
- Belirli periyotlarda üretici firmanın belirttiği şekilde kaçak testleri yapılmalıdır.
- Genelde yeşil renk olup askeri nakliye uçaklarında sarı renktedir. Üzerinde **“BREATHING OXYGEN”** etiketi vardır.

Uçuş Ekibi Oksijen Sistemi / Oksijen Tüpleri

Oksijen tüplerinin başlıca parçaları:

- Açma kapama valfi
- Basınç göstergesi
- Isı dengeleyici
- Basınç regülatörü
- Basınç ileticisi (transduser / sensör / algılayıcı)
- Yüksek basınç deşarj hattı
- Uçuş kompartımanı ikmal hattı
- Tüp Doldurma (ikmal) hattı

Uçuş Ekibi Oksijen Sistemi / Oksijen Tüpleri

Basınç Regülatörü

Oksijen basıncını 60-85 PSI a düşmesini sağlar. Üzerindeki rahatlatma valfi ile akış hattı basıncı 100 PSI'den (yaklaşık 7 Bar) yüksek ise açılarak fazla basınçlı oksijenin dışarı atılmasını sağlar. Airbus tipi uçaklarda tek parça halinde iken Boeing uçaklarında önce basınç düşürücü daha sonra basınç regülatörü bulunur.

Açma-Kapama Valfi

İhtiyaç halinde oksijenin dağıtım hattına gidebilmesi için tüpü açıp kapayan valftir. Isı meydana gelmemesi için yavaş açılıp kapanmalıdır.

Uçuş Ekibi Oksijen Sistemi / Oksijen Tüpleri

Basınç Göstergeleri

Açma kapama valfinin pozisyonuna bakılmaksızın tüpteki oksijen basıncını gösterir. Ayrıca tüp üzerinde bulunan basınç transdüseri ile uçuş kompartımanındaki basınç göstergesine (EICAS, ECAM) ve doldurma ünitesine elektriksel sinyal gönderilerek basınç değerlerini verir. Basınç göstergeleri üzerindeki renkler tüpteki basıncın durumunu gösterir. Kırmızı renk basıncın yüksek, yeşil renk oksijenin var olduğunu gösterir. İdeal oksijen basıncı daha önce belirtildiği gibi oksijen tüplerinde 1850 PSI idi. Bu değer uçak tipine göre 1500 ile 1850 arasında değişir.

Uçuş Ekibi Oksijen Sistemi / Oksijen Tüpleri

Yüksek Basınç Deşarj ve İndikatörü

Aşırı sıcaklık veya başka bir sebeplerden dolayı tüplerde aşırı basınç artışında, oksijen bu yüksek basınç deşarj hatlarından dışarıya atılır. Yüksek basınç deşarj hattına ait kırılabilir disk tüpü aşırı basınçtan korur. Oksijenin aşırı basıncı durumunda disk kırılırsa fazla olan oksijen dışarı atılacaktır. Oksijenin dışarı atılması durumunda uçak gövdesi üzerindeki yeşil indikatör diski dışarı atılarak tüpte olabilecek herhangi bir problemi gösterir. Aşırı basınç deşarj hattı açma-kapama valfi açık veya kapalı olsa da sürekli olarak çalışır.

Uçuş Ekibi Oksijen Sistemi / Oksijen Tüpleri

Uçuş Kompartımanı Dağıtım Hattı

Basıncı ayarlanmış oksijenin maskelere ulaşmasını sağlayan hattır. Hat üzerinde uçuş kompartımanından kontrol edilen düşük basınç valfi bulunur. Oksijen dağıtım hatlarında kullanılan borular, sabit ve hareketli yerlerde kullanım şekline göre metal ve esneyebilen lastik hortumlardan yapılır. Tüp doldurma hattı ve basınç regülatörlerine kadar genellikle basınca dayanıklı metal, regülatörden maskelere kadar lastik veya alüminyum borular kullanılır.

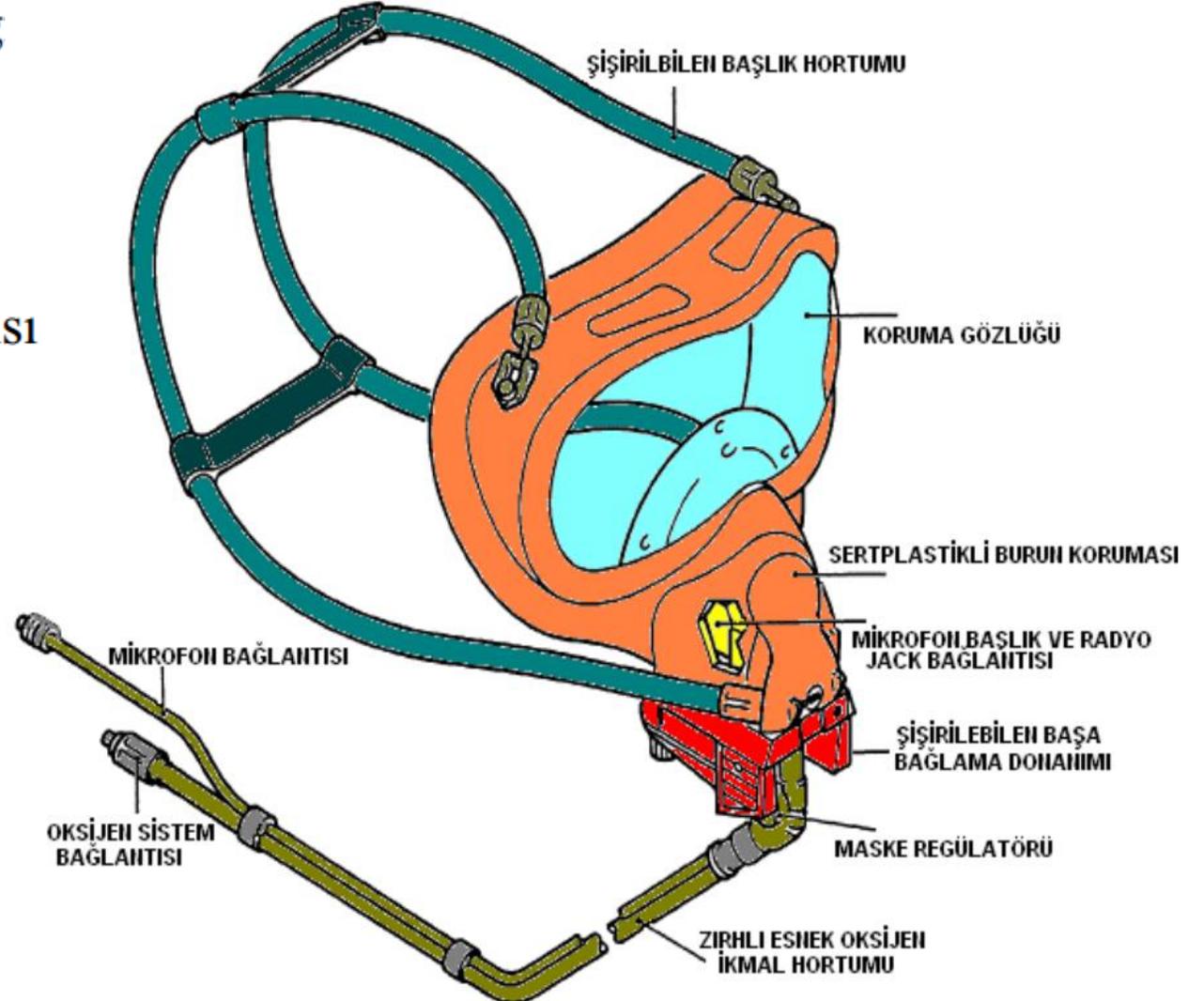
Tüp Doldurma Hattı

Basıncı azalmış veya boşalmış oksijen tüplerinin doldurulmasını sağlayan servis bağlantılarıdır. Bu bağlantı üzerindeki çek valfler tüpün ters akışını engeller.

Uçuş Ekibi Oksijen Maskeleri

Uçuş ekibi oksijen maskeleri her uçuş ekibi elemanına ayrı ayarlanabilir oksijen kaynağı ile beslenir. Maskeler uçuş kabini içinde uçağın tipine göre sayısı beşe kadar çıkan özel kutulara yerleştirilmiştir. Maskeler aşağı

- Sert plastikli burun koruması
- Şişirilebilen başa bağlama donanımı
- Zırhlı esnek oksijen ikmal hortumu
- Mikrofon başlık ve radyo jack bağlantısı
- Koruma gözlüğü
- Maske regülatörü



Yolcu Oksijen Sistemi

Yolcu oksijen sistemi, yolcular ve kabin görevlilerine kabin basıncının düşmesi durumunda oksijen sağlar. Yolcu oksijen sistemlerinin devreye girmesi üç şekilde olur.

- Kabin yüksekliğinin 14 000 feet'e ulaşması(kabin basıncının düşmesi) durumunda otomatik olarak açılması
- Sevis işlemleri esnasında koruyucu mandal anahtarı ile teknisyen tarafından manuel ile açılması
- Uçuş kabini içerisinde pilot tarafından açılması

Yolcu Oksijen Sistemi

Örnek Görsel:

Kimyasal oksijen jeneratörü ve oksijen maskeleri



Yolcu Oksijen Sistemi

Bu sistemin çalışmasında mevcut oksijen uçak emniyetli yüksekliğine gelene kadar yetecek kapasitededir. Bazı uçaklarda ise yolcu oksijen sistemi oksijen jeneratörü yerine sayıları değişen sayıda oksijen tüpleri ile beslenir (Boeing 727-200). Bunlarda dağıtım boruları ile uçuş, yolcu ve tuvalet kabinlerine kadar oksijen ulaştırılır. Ancak bu tip sistemler çok yer kaplayıp, ağırlığı artırdıkları için yolcu uçaklarında oksijen jeneratörlü yolcu oksijen sistemi tercih edilmektedir kullanılmaktadır. Kullanıcı firmaların tercihlerine göre yapımçı firmalar her iki sistemi de aynı uçak tipi üzerinde kullanabilir. Yani bazı uçaklarda tüplü, bazılarında jeneratörlü oksijen sistemi olabilir.

Yolcu oksijen sistemi yolcu servis ünitesi (Passenger Service Unit-PSU) adı verilen özel yapılmış kutuların içerisinde bulunur. Yolcu servis üniteleri yolcuların baş üstünde yer alan kısımlarda, tuvalet servis ünitesi ve kabin servis ünitelerinde bulunur. Sistem genelde kimyasal oksijen jeneratörleri, kilit mekanizması, tutucu ip, maske ve indikatörden meydana gelmiştir.

Yolcu Oksijen Sistemi / PSU

Yolcu servis üniteleri her yolcu koltuğunun üzerine gelecek şekilde tavana yerleştirilmiştir. Her ünitenin kendine ait bir oksijen jeneratörü bulunmaktadır. Ayrıca servis ünitelerinin içerisinde esneyebilen hortumlar, otomatik kilit mekanizmaları, tutucu ip ve yolcu koltuğu sayısından bir fazla oksijen maskesi bulunur. Maskenin bir fazla olmasının sebebi yolculuk esnasında yolcunun yanında çocuğunun olması durumunda kullanılmak üzere yerleştirilmiştir. Bu üniteler yolcu kabini dışında tuvaletlere ve kabin görevlilerini bulunduğu yerlere konur. Oksijen maskeleri ile diğer parçalar servis işlemlerinde düzgünce katlanarak ünite içerisinde korunur.

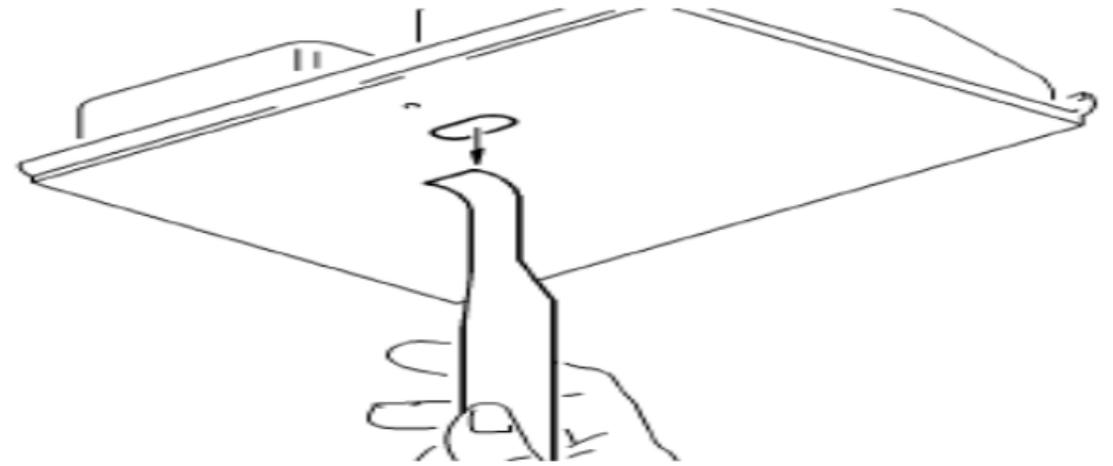
Maskelerin açılması için PSU'ların muhafaza kapağı kilit ayırma çalıştırıcısına enerji verilir (*energized*).

Test maksatları ile kapakların tam olarak açılmamasını sağlayan test düğmeleri kullanılır.

Yolcu Oksijen Sistemi / PSU Kilit Mekanizması

Kilit mekanizması, gerektiğinde maskeleri açmak için onları servis ünitesinden kapak sayesinde kapalı tutar. Her servis ünitesinde birer kilit mekanizması bulunur. Kilit mekanizması; bir kilit, yay yüklü açıcı ve bir selenoid kumandalı açıcıdan meydana gelmiştir. Kilit serbest bırakma selenoidleri uçuş kompartımanında bulunan oksijen panelindeki yolcu oksijen şalteri veya otomatik basınç şalteri ile enerjilendirilebilir.

- Kapaklar, selenoidlerden bağımsız olarak “*Maintenance Release Tool*” (MRT) aleti ile teknisyen tarafından açılabilir.



Taşınabilir Oksijen Sistemi

Taşınabilir oksijen sistemi ilk yardım ve besleme amacıyla kullanılır. Ayrıca bu sistem kabin görevlileri herhangi bir yangın durumunda kabin görevlilerini zararlı gazlara karşıda korur.

Taşınabilir oksijen sistemleri kabin görevlilerinin kolay ulaşabileceği yerlere konulmalıdır. Genelde uçuş kabini ve çıkışlara yakın yerlerde bulunur.

Taşınabilir oksijen sistemi oksijen tüpü, tüp başlığı ve maskeden meydana gelir. Tüp basıncı 1800 PSI dır. Tüp başlıkta bulunan regülatör tüp basıncını düşürür. Basınç göstergesi tüp basıncını verir.

Rahatlatma valfi meydana gelebilecek aşırı basınca karşı fazla basınçtaki oksijeni dışarı atar. Kırılğan disk oksijen tüpte ısıdan dolayı fazla basınç meydana gelirse, bu basıncı dışarı atar. Doldurma valfi oksijen ikmalini sağlar. Açma kapama valfi oksijen akışını kontrol eder.

Kaynakça:

- **Hava Sistemi (MEGEP)***
- http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Hava%20Sistemi.pdf
- https://www.instagram.com/aviation_ground_knowledge/
- <https://skybrary.aero/articles/aircraft-bleed-air-systems>
- <https://skybrary.aero/articles/aircraft-pressurisation-systems>
- <https://www.aircraftsystemstech.com/2017/05/aircraft-air-conditioning-systems.html>

*