

Okan Üniversitesi MYO

MUTK225

UÇAK YAPI VE SİSTEMLERİNE GİRİŞ

Ders Yürütücüsü:

Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

eren.kayaoglu@okan.edu.tr

Ders **16**

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 (Pilot 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

Yakıt Sistemleri

Yakıt

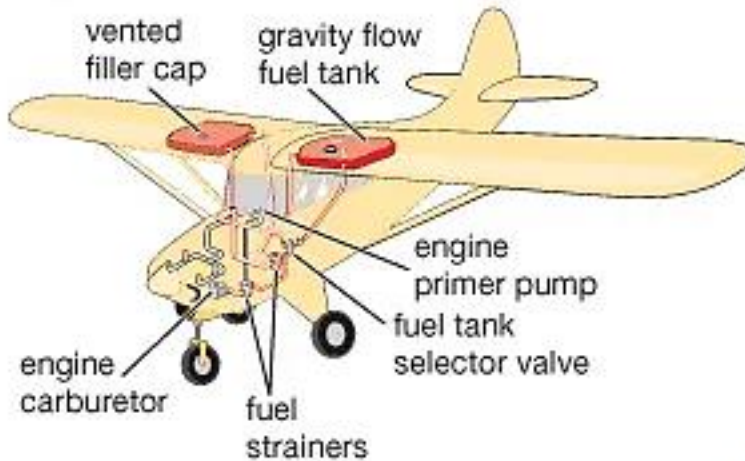
Yakıt Tankları

Besleme

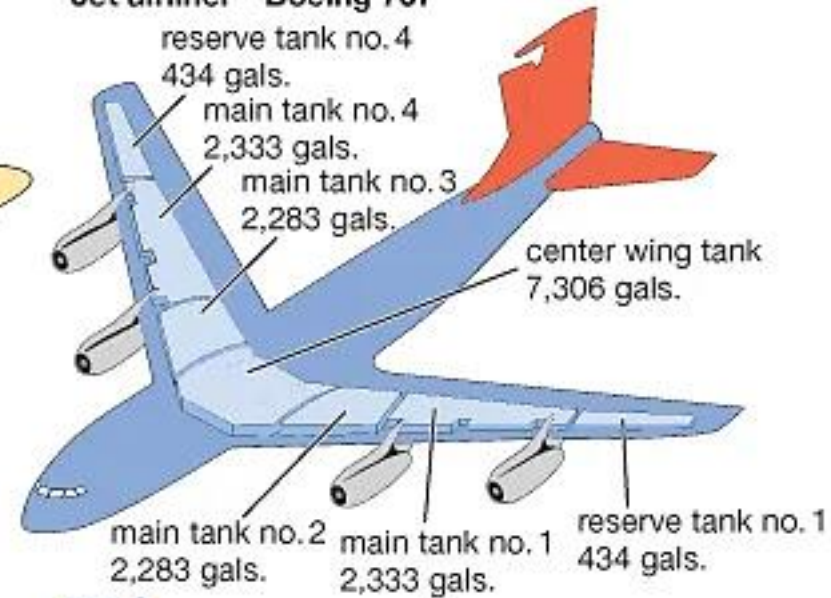
Yakıt Sistemleri (ATA 28) Modül 11.10

Fuel systems of aircraft and spacecraft

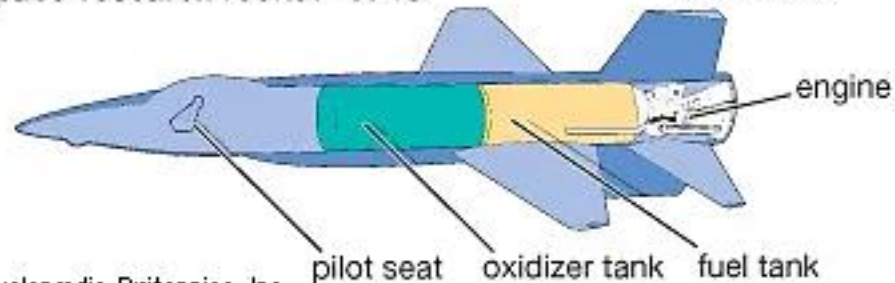
Light plane—Piper Tri-pacer



Jet airliner—Boeing 707



Space-research rocket—X-15



Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

Uçakta iki adet yakıt sistemi vardır. Bunlardan biri düşük basınç yakıt sistemi, diğeri ise yüksek basınç yakıt sistemidir. Yüksek basınç yakıt sistemi motor sistemleri ile ilgili olup konumuz dâhilinde değildir. Düşük basınç yakıt sistemi, yakıt tanklarından motor yakıt pompasına kadar olan kısmı kapsamaktadır.

Düşük basınç yakıt sistemi; depoların ikmali, boşaltılması, yakıtın tanktan tanka aktarılması, motorların çapraz beslenmesi, uçağın iniş ağırlığına varabilmesi için yakıtın havada boşaltılması, yakıt tanklarının havalandırılması, yakıtın ayrıştırılması gibi işlemlerin yapılmasını sağlar ve yakıt miktarı, yakıt sarfiyatı bilgilerini temin eder. Uçakta kullanılan yakıtın adı “kerosene”dir (kerozen-gaz yağı). Jet A1, JP1 olarak isimlendirilen kerozen çeşitleri vardır. JP4 kodlu yakıt askeri uçaklarda kullanılırken jet A1, sivil yolcu uçaklarında kullanılır.

Yakıt Sistemleri

(ATA 28)

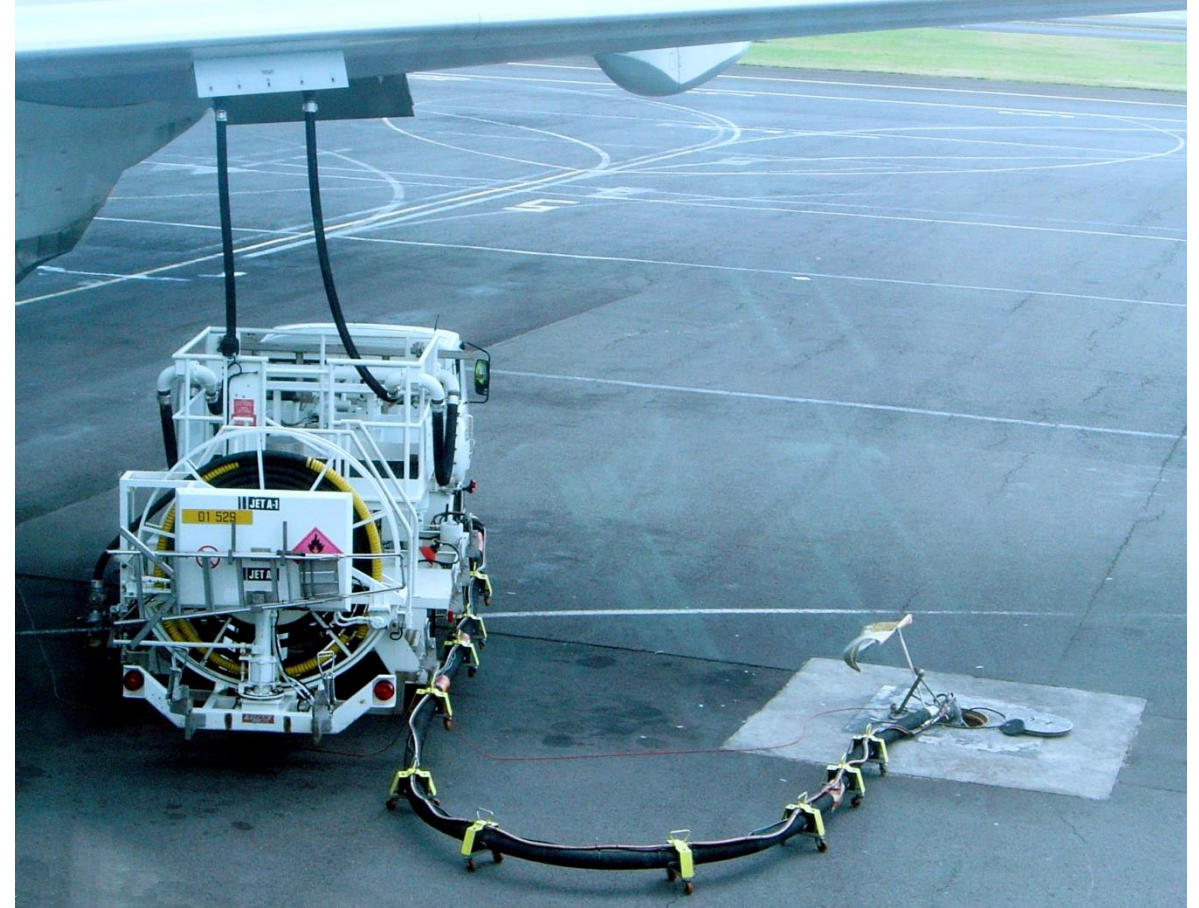
Modul 11.10

- Havacılık Yakıtları
- Yakıt Tankları
 - *Trim Tanks*
 - *Wet Wing*
 - *Integral Fuel Tanks*
- Besleme Sistemi
- Karıştırma Sistemi
- İkmal ve Boşaltma
- Yakıt Atma Sistemi
- Yakıt Havalandırma Sistemi
- Çapraz Besleme ve Transfer
- Göstergeler ve Ölçme Sistemleri

Yakıt Sistemleri

Havacılık Yakıtları

- Jet Yakıtları (*jet fuel*)
 - Jet A
 - Jet A-1
 - Jet B
- Avgas (*aviation gasoline*)



Yakıt Sistemleri

Uçak Yakıtları

- Jet Yakıtı: Jet yakıtı veya havacılık türbin yakıtı (ATF, ayrıca kısaltılmış avtur), gaz türbinli motorlarla çalışan uçaklarda kullanılmak üzere tasarlanmış bir tür havacılık yakıtıdır. Şeffaf - saman rengindedir. Ticari havacılık için en yaygın kullanılan türleri, **standart uluslararası talebe göre üretilen Jet A ve Jet A-1**'dir. Sivil türbin motorlu havacılıkta yaygın olarak kullanılan diğer jet yakıtı ise, çoğunlukla yüksek **soğuk hava performansı için tercih edilen Jet B**'dir.
- Jet yakıtı, çeşitli hidrokarbonların bir karışımıdır. Tam bileşimi petrol kaynağına göre büyük ölçüde değiştiğinden, yakıtı belirli hidrokarbonların bir oranı olarak tanımlamak imkansızdır. Bu nedenle jet yakıtı, kimyasal bir bileşikten ziyade bir performans özelliği olarak tanımlanır. Ayrıca, hidrokarbonlar (veya farklı karbon sayıları) arasındaki moleküler kütle aralığı, donma noktası veya duman noktası gibi ürün gereksinimleri ile tanımlanır. Gazyağı tipi jet yakıtı (Jet A ve Jet A-1, JP-5 ve JP-8 dahil), yaklaşık 8 ila 16 (molekül başına karbon atomu) arasında bir karbon sayısı dağılımına sahiptir; geniş kesimli veya nafta tipi jet yakıtında ise bu (Jet B ve JP-4 dahil), yaklaşık 5 ila 15 arasındadır.

Yakıt Sistemleri

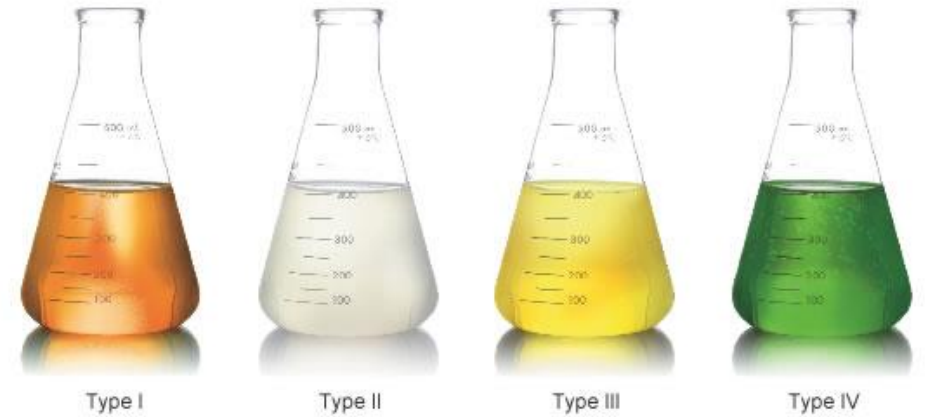
Uçak Yakıtları

- **Avgas:** Havacılık benzini, piston motorlu, buji ateşlemeli, içten yanmalı motorlara sahip uçaklarda kullanılan bir havacılık yakıtıdır. Havacılık bağlamında mogas (motor benzini) olarak adlandırılan, motorlu taşıtlarda kullanılan geleneksel benzinden farklıdır.
- 1970'lerden beri kirliliği azaltmak için platin içerikli katalitik konvertörlerin kullanımına izin vermek üzere formüle edilen motor benzininden farklı olarak, en yaygın kullanılan Avgas dereceleri hala motorun vuruntusunu (erken patlama) önlemek için kullanılan zehirli bir madde olan tetraetil kurşun (TEL) içerir. TEL'in havacılık benzininde kullanımını nihayetinde azaltmayı veya ortadan kaldırmayı amaçlayan devam eden çalışmalar vardır.
- **Gazyağı bazlı jet yakıtı,** oktan gereksinimi olmayan ve pistonlu motorlardan çok daha geniş bir uçuş zarfında çalışan türbin motorlarının gereksinimlerine uyacak şekilde formüle edilmiştir.
- **Kerosen,** havacılık kullanımı için geliştirilen çoğu dizel pistonlu motor tarafından da kullanılır.

Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

Alt bileşenleri:

- Yakıt tankları
- Manifoldlar ve bağlantılar
- Yakıt besleme sistemleri
- Yakıt karıştırma sistemleri
- Yakıt ikmâl ve boşaltma sistemleri
- Yakıt havalandırma sistemi
- Çapraz besleme ve transfer sistemleri
- Yakıt miktar, sıcaklık, basınç göstergeleri ve ölçme sistemleri



Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

Uçak yakıt sistemi, uçağın motorlarında kullanılan, uçağa uçuş süresince gerekli olan, yakıtı depolayarak motorların yanma odalarına sevk eden sistemdir. İlk tip uçak yakıt depoları, motor seviyesinden daha yükseğe yerleştirildiği için yakıt, gravity feed (kendi ağırlığı ile besleme) usulü ile motorlara sevk edilirdi. Yakıt selektör valfi ise depo seçimini sağlar veya motora giden yakıtın akışını keserdi.

Havacılık tekniklerinin gelişmesi ile yüksek irtifalarda uçmaya başlayan uçaklarda, atmosfer basıncının ve yakıt yoğunluğunun azalması ile motor besleme manifoldlarındaki yakıtın buharlaşarak buhar kilitlenmesine sebep olması, uçuş güvenliğini azalttı. Bu olayı önlemek için uçaklara booster pump (yardımcı pompa)'lar koyuldu. Yardımcı pompalar yakıtı, motor ana yakıt pompalarına 5 PSI'lık basıncın üzerinde sevk etme özelliğine sahiptir. Bu bakımdan bu değerin üzerindeki yakıt basıncına sahip besleme manifoldlarında buhar kilitlenmesi olayına rastlanmaz. Ancak 5 PSI'lık basınçtan daha az basınç üretebilen yardımcı pompalara sahip yakıt sistemlerinde, sistem arızasının tespiti için düşük basınç ikaz sistemleri mevcuttur. Havacılığın bu şekilde ilerlemesiyle yakıt depolarının ve motorların da adedi artmıştır.

Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

Yakıt Tankları

Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

- Yakıt Tankları

Yakıt tanklarının yapısı, adedi, hacmi ve uçaktaki yeri; uçağın tip ve kullanım amacına göre değişir. Tanklar, içine konulan yakıt ile kimyevi bir reaksiyon meydana getirmeyecek maddelerden imal edilir.

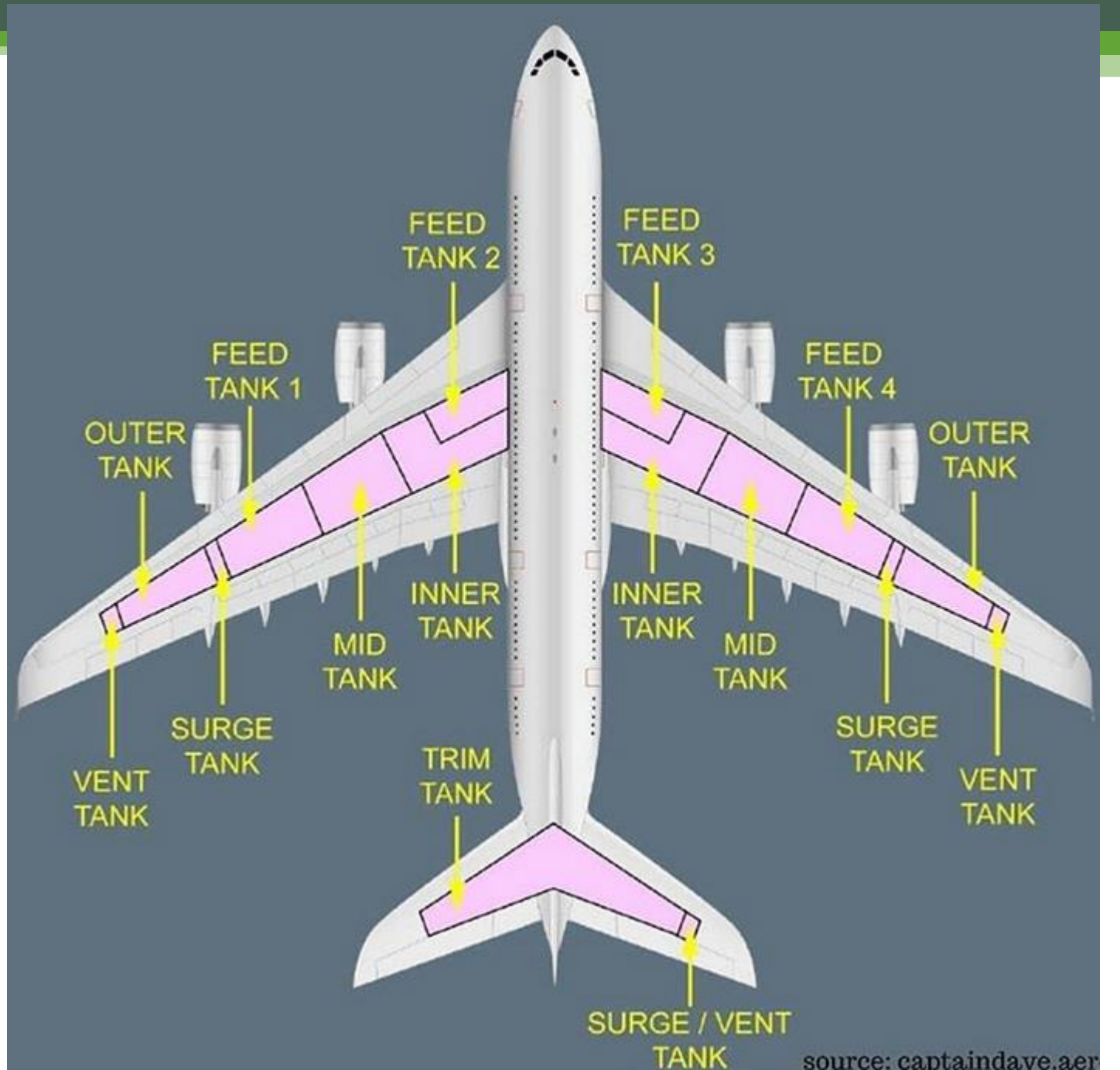
Yakıt Sistemleri

- Yakıt Tankları (*Fuel Tanks*)

- Wet wing (ıslak kanat)
- Integral fuel tanks (tümleşik tank)

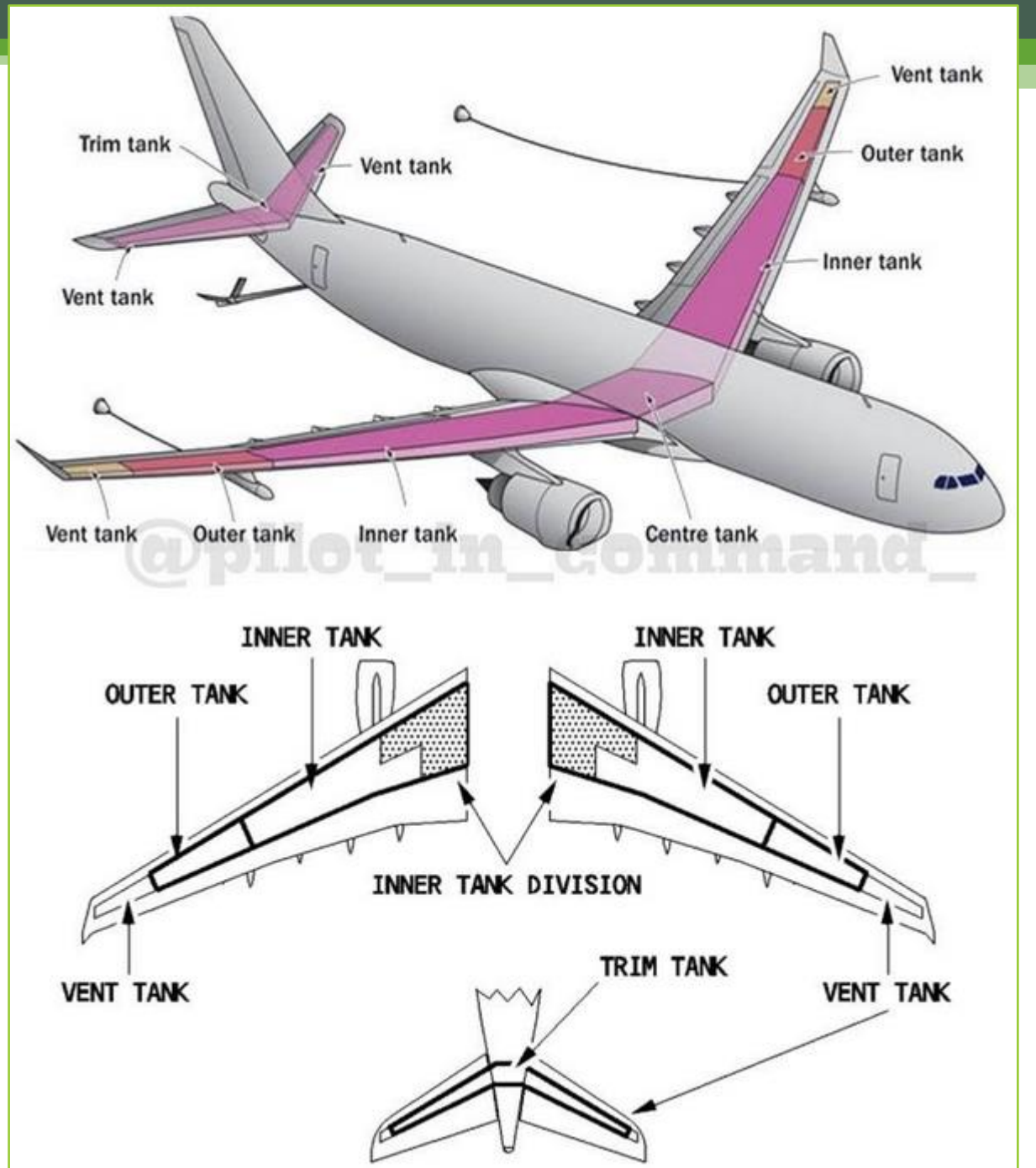
- Kanat içi tanklar:

- Uçuş sırasında kanatlardaki gerilimi azaltır.
- Yanıcı ve patlayıcı olan yakıtı, yolcu ve mürettebattan uzaklaştırır.



Yakıt Sistemleri

- Yakıt Tankları (*Fuel Tanks*)
 - **Trim Tankları** (*Trim Tanks*):
 - Trim tank sistemi, yatay dengeleyicide (stabilize) ek bir yakıt deposu, pompalar, valfler, sensörler, dijital bir bilgisayar ve kanatlarda yatay dengeleyici ile ana tank arasında bir yakıt hattını içerir.
 - Yakıtı trim deposuna taşıyarak, uçağın kuyruk kısmına ağırlık eklenir, aerodinamik olarak yatay stabilize ve elevatör ile üretilmesi gereken bastırma kuvveti miktarını azaltır, sürtünmeyi azaltır ve böylece verimliliği artırır.



Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

- Yakıt Tankları

Büyük tip uçaklarda dalış, tırmanış veya yatışlarda depo içindeki yakıtın çalkalanarak uçağın dengesini bozmaması için depolar, bölümlere ayrılmıştır. Bu bölmeler rib'lerle oluşturulur. Gövdeye yakın iki rib üzerine yönleri gövde tarafına olan kapakçıklı çek valfler (flapper check valve) monte edilmiştir. Bu ribler üzerinde başka delik bulunmamaktadır. Diğer riblerde yakıtın ve yakıt hattı borularının geçebileceği delikler bulunur. Tankların havalandırılmasını sağlamak amacıyla kanat uç kısımlarına havalandırma kutusu (vent box) yerleştirilmiştir. Havalandırma ağızları, buzlanmaya ve yakıtın buharlaşmasına mani olacak büyüklükte yapılmıştır. Genelde sağ kanat hücum kenarı orta kısmına rastlayan yerde basınçlı yakıt istasyonu ve kanat üst uç kısımlarında birer basınçsız ikmal portu bulunur. Tank tabanı en alt dip kısımlarına sulu yakıtı almak için boşaltma valfleri (sump drain valves) monte edilmiştir.

Örnek Video: Yakıt Tankı İç Yapısı

Yakıt tankı muayenesi ve bakımı

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

00:00 – 02:25

(Fuel Tank Entry)

Örnek Video

Yakıt tankı muayenesi ve bakımı

- Yakıt tankı içinin bakım personeli tarafından muayenesi



Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

- Günümüz uçaklarında kullanılan **yakıt tankları iki tipte** imal edilir:
 - Yekpare tip yakıt tankları
 - Torba tip (esnek, elastik) yakıt tankları

Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

- Yakıt Tankları / Yekpare tip yakıt tankları

Bu tip yakıt tankları, kanat iç boşluklarının ve kanatların uzantısı olan gövde yolcu kabini altındaki kısmı yakıt tankı olarak kullanır. Bu tip kanat yapısına ıslak kanat ismi verilir. Kanat yapısı, metal metale toleranssız bindirme usulü ile birleştirilerek birinci derecede contalama sağlanmış olup ayrıca tank iç yapısında ki birleşme yerlerinde bostik ile sızdırmazlık sağlanmıştır. Tank üzerindeki erişim kapakları da contalanmış olup ayrıca bostiklenmiştir.

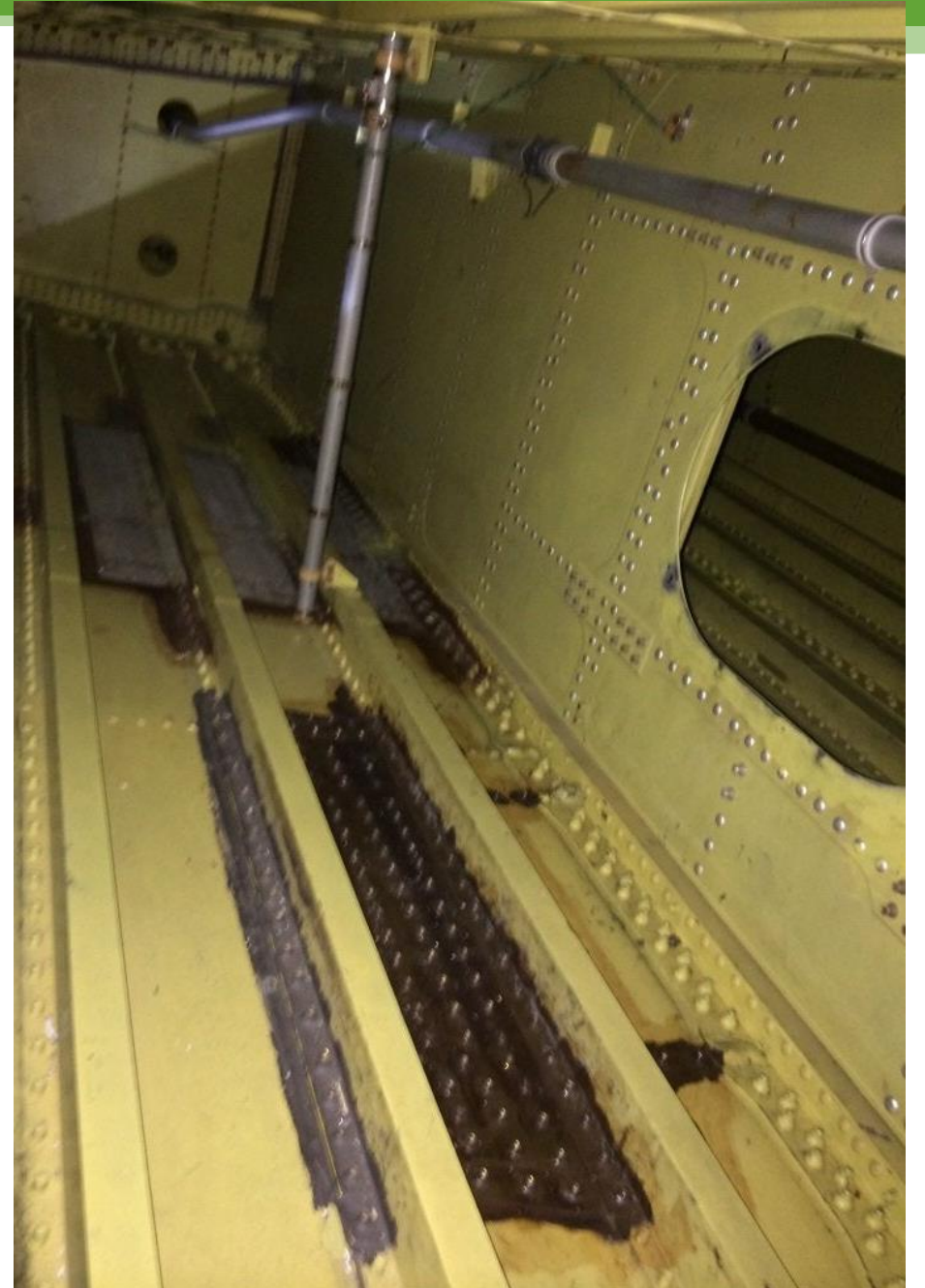
Yakıt tankının basınçlı bölme içinde kalan üst dış kısmı yakıt buharının yolcu kabine girmesine mani olacak epoksi maddesi ile kaplanmış olup bu tankın içine erişme kapaklarının altına ikinci bir yakıt buharının geçmesine mani olacak contalar konulmuştur.

Yakıt Sistemleri *(ATA 28)*

- Yakıt Tankları / Yekpare tip yakıt tankları

Örnek Görsel: B727 center fuel tank

- Metal metale birleşme bölgelerinde bostik
- Erişim kapağı

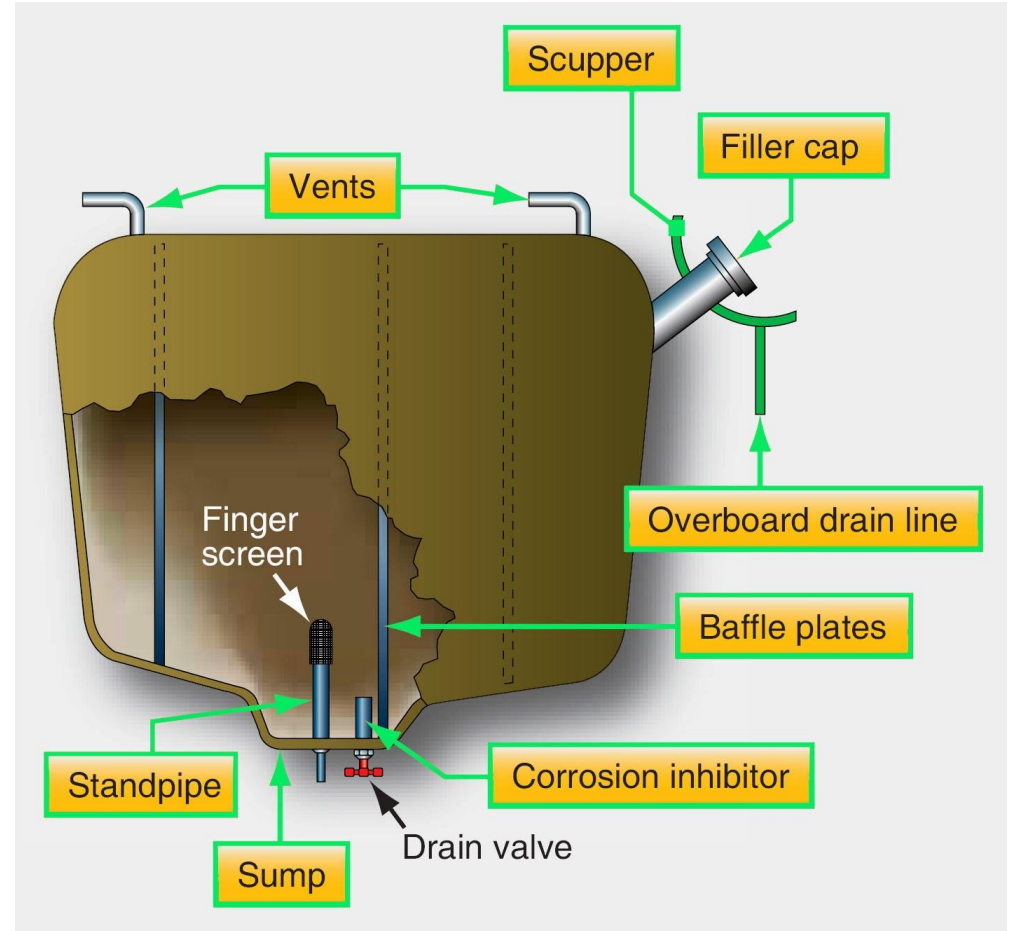


Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

- Yakıt Tankları / Yekpare tip yakıt tankları

Örnek Görseller:

Gövde içi ve
rijit yakıt tankları



Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

- Yakıt Tankları
 - Yekpare tip yakıt tankları

Örnek Görsel:

Cessna tipi uçakta standart menzil yakıt tankı (kanat içi)

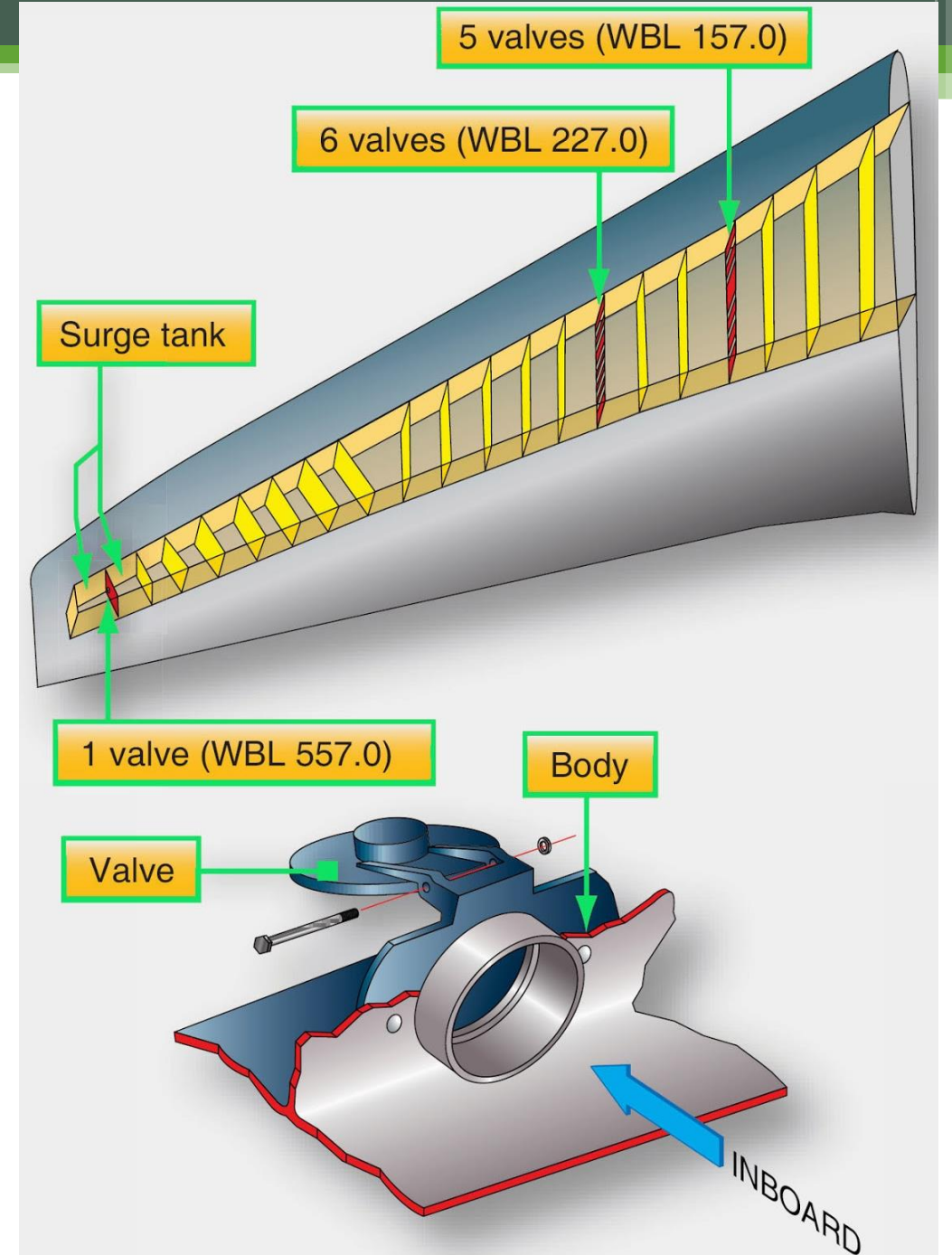


Yakıt Sistemleri

- Yakıt Tankları / Yekpare tip yakıt tankları
 - Islak Kanat (*wet wing / integral tank*)

Örnek Görsel:

- Kanat içi yakıt tankı bölümleri
- Kapakçıklı çek valf (*flapper check valve*)



Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

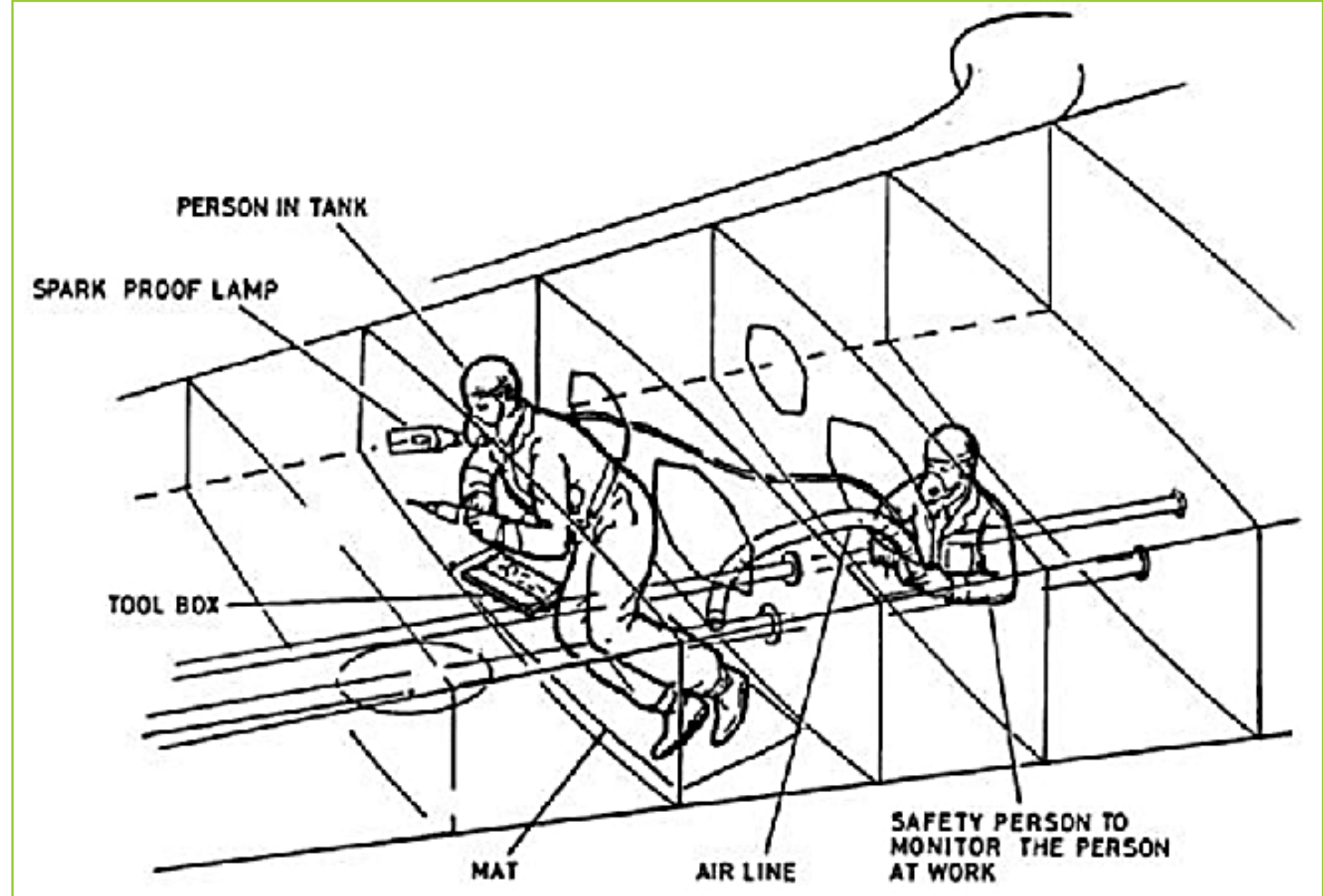
- Yakıt Tankları / Yekpare tip yakıt tankları

Tankların tabanı sulu yakıtın ve bakterilerin vereceği zararlara karşı poliüretan ile kaplanmıştır. Tankın içinde bakteri oluşmuş ise tank tabanı kırmızı bir görünüm kazanır. Bu durumu önlemek için yakıtta uygun oranda biabor maddesi ilave edilir. Tank içi, kir ve mikroorganizmalara karşı 1000 saat aralıkla deterjan ile yıkanarak korunmalıdır.

Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

- Yakıt Tankları
 - Yekpare tip yakıt tankları

Örnek Görsel: Yakıt tankının muayenesi ve bakımı



Yakıt Sistemleri

- Yakıt Tankları

Wet wing fuel tank maintenance

Örnek Görsel:

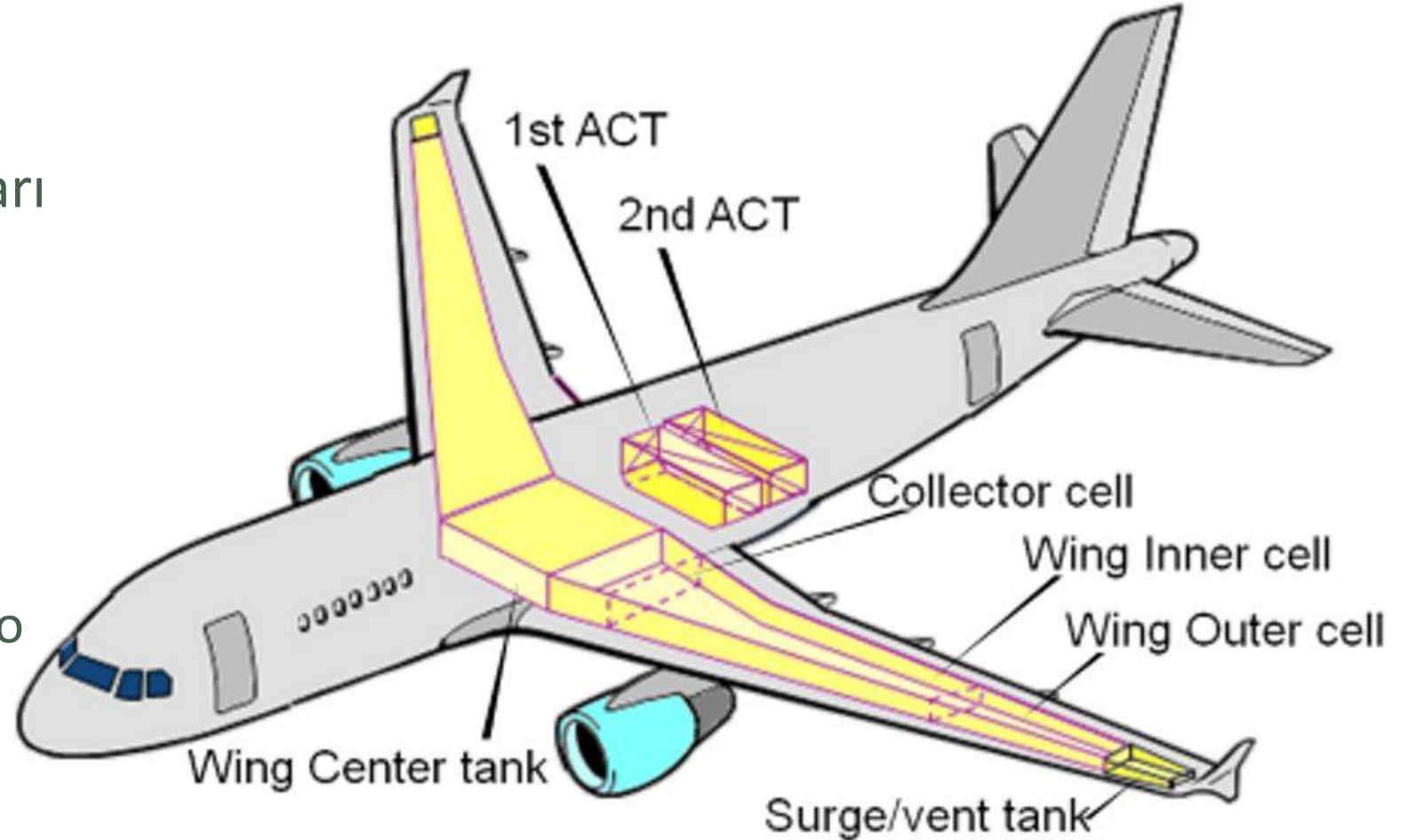
Yakıt tankı
muayenesi ve
bakımı



Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

- Yakıt Tankları
 - Yekpare tip yakıt tankları

Örnek Görsel: ACT 'ler
Additional Center Tanks
(menzili artırmak amaçlı kargo kompartımanında)



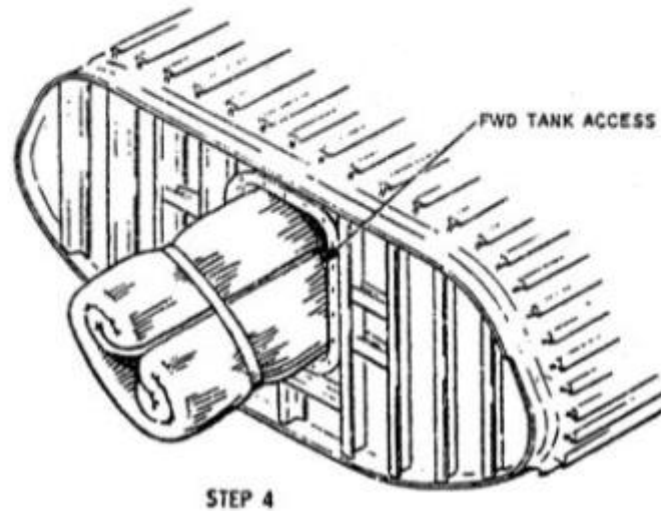
Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

- Yakıt Tankları / Torba tip yakıt tankları

Bu kauçuk tip tanklar, uçakta özel olarak yapılmış madeni bölmelerine yerleştirilir. Torba tip tanklar, küçük hücrelerden meydana gelmiş olup normal madeni tankların gördüğü vazifeyi yerine getirir.

Örnek Görsel:

Torba tip yakıt hücresi



Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

- Yakıt Tankları / Torba tip yakıt tankları (*Bladder fuel tanks*)
(Esnek/elastik tip)

Örnek Görsel:

Torba tip (*bladder*) yakıt hücresi
(Polimer katmanlı malzemedir)



Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

Besleme Sistemleri
Karıştırma Sistemleri

Yakıt Sistemleri *(ATA 28)* Modul 11.10

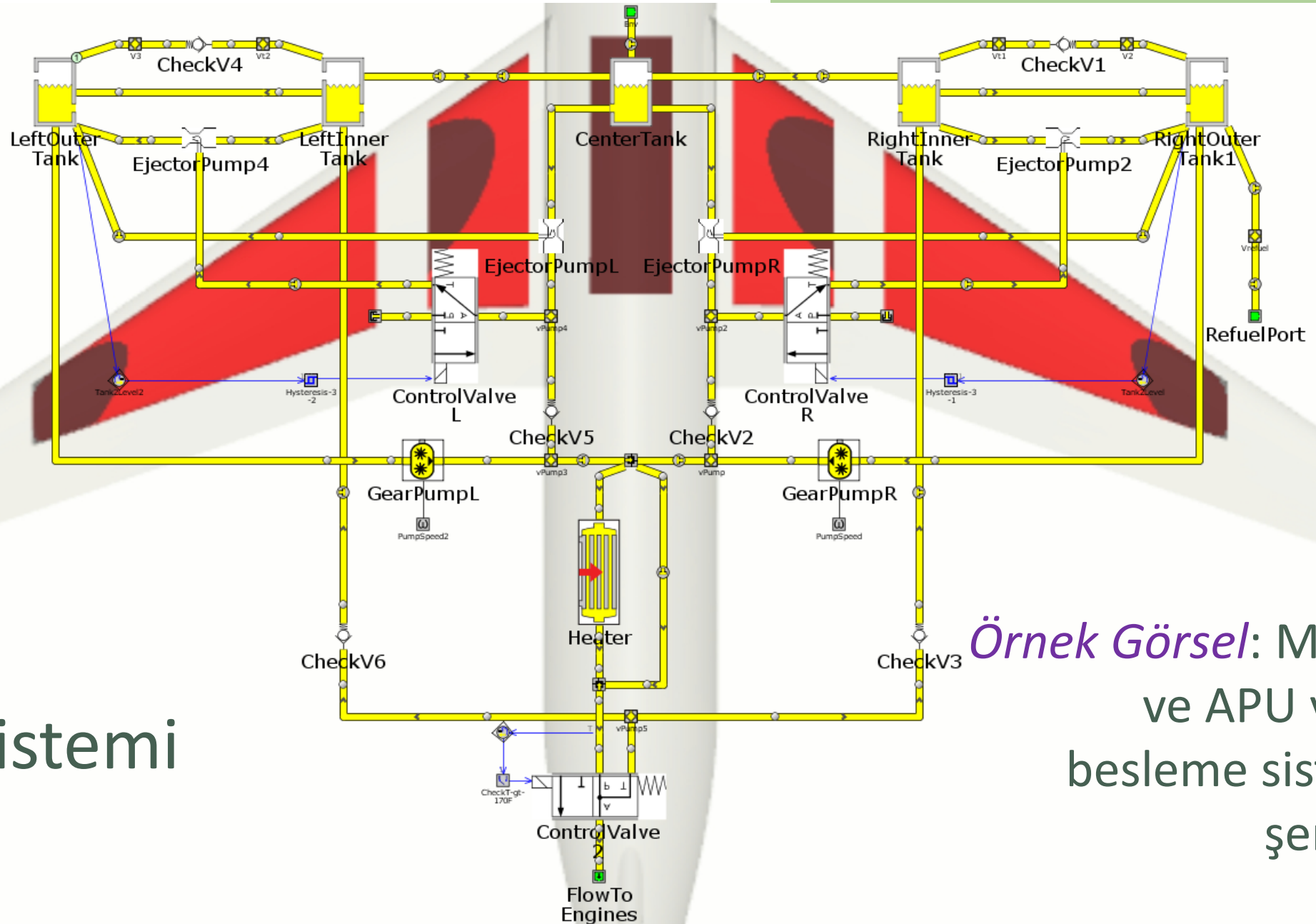
- Besleme Sistemleri
 - Yakıt Sistemi Manifoldları ve Bağlantıları
 - Yakıt deposu içindeki manifoldlar

Yakıt ikmal, boşaltma, transfer, havalandırma sistemlerinin boruları alüminyum alaşımlıdır; boruların birbirleri ile ve komponentlerle bağlantıları, uçağın kanat esnemelerinden meydana gelebilecek burulma ve hasarlara mani olacak özel bağlantılarla yapılır. Bu bağlantılara bükülebilen bağlantı (gamah coupling) adı verilir. Gamah coupling'ler el torku ile sıkılır, üzerlerine tel emniyeti yapılmaz.

Yakıt Sistemleri *(ATA 28)* Modul 11.10

- Besleme Sistemleri
 - Yakıt Sistemi Manifoldları ve Bağlantıları
 - Yakıt deposu dışındaki manifoldlar

Depodan motorlara ve APU'ya giden besleme sistemine ait borular çelik malzemeli olup dış kısımları alüminyum kaplama ile kaplanmıştır. Basınçlı kabin içindeki besleme manifoldları eksiz tek parçadır. “Pylon”dan motora giden yakıt besleme borusu ısıya dayanıklı bir flexible [esnek] borudur.



Yakıt Sistemi

Örnek Görsel: Motor
ve APU yakıt
besleme sistemi
şeması

Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

- **Besleme Sistemleri** / Motor ve APU Yakıt Besleme Sistemi

Besleme sistemleri, yakıt tanklarında depolanan yakıtın motorlara sevk edilmesini sağlar.

- Yardımcı pompalar

Yakıt deposunda bulunan bu pompalar, 115 V AC 3 faz veya 28 V DC akımla çalışan sabit devirli santrifüj pompalardır. Yakıtı basınç altında motor yakıt pompa girişine 5 PSI'dan 50 PSI'ya kadar basabilen yardımcı pompalar mevcuttur. Kokpitteki şalterler ile kumanda alır. Yardımcı pompalar, aynı vazifeyi yaptıkları hâlde monte edildikleri yer itibariyle üç tiptir. Bunlar; yakıt içinde çalışan yardımcı pompalar, yakıt dışında çalışan yardımcı pompalar ve pompa kısmı tank içinde, motor kısmı tank dışında olan yardımcı pompalardır.

Yakıt Sistemleri *(ATA 28)* Modul 11.10

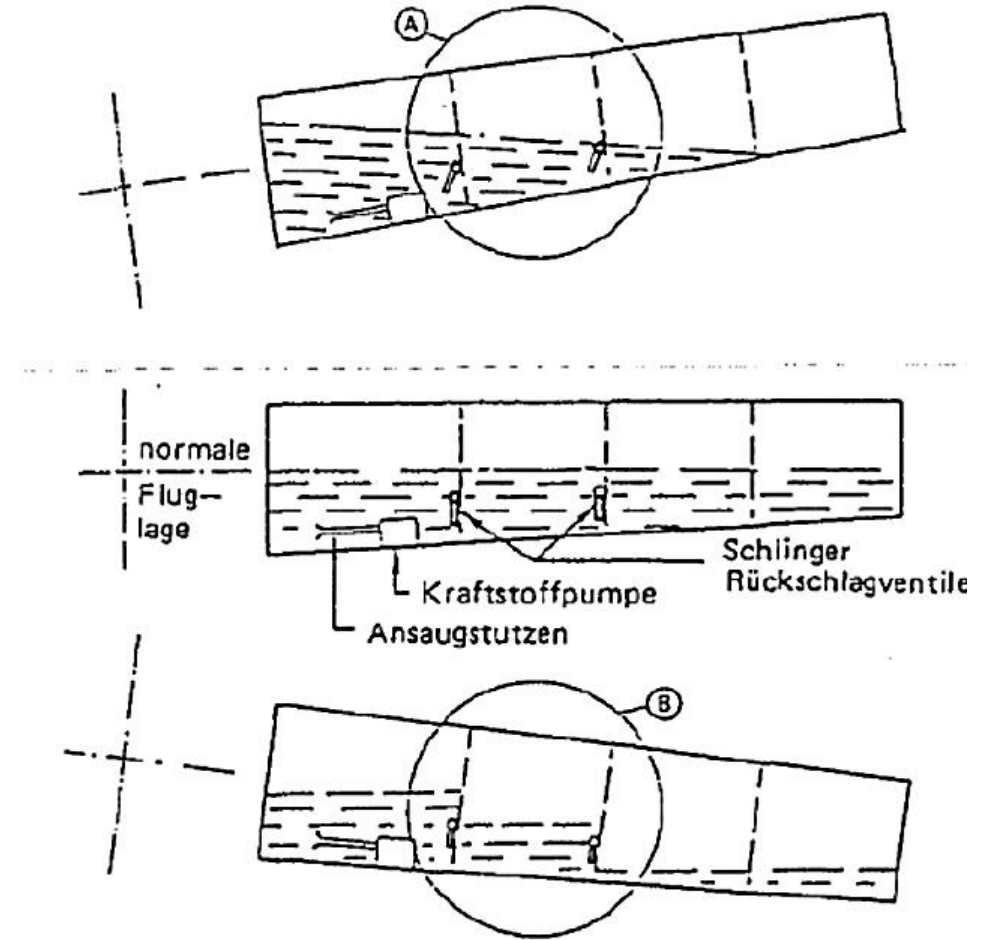
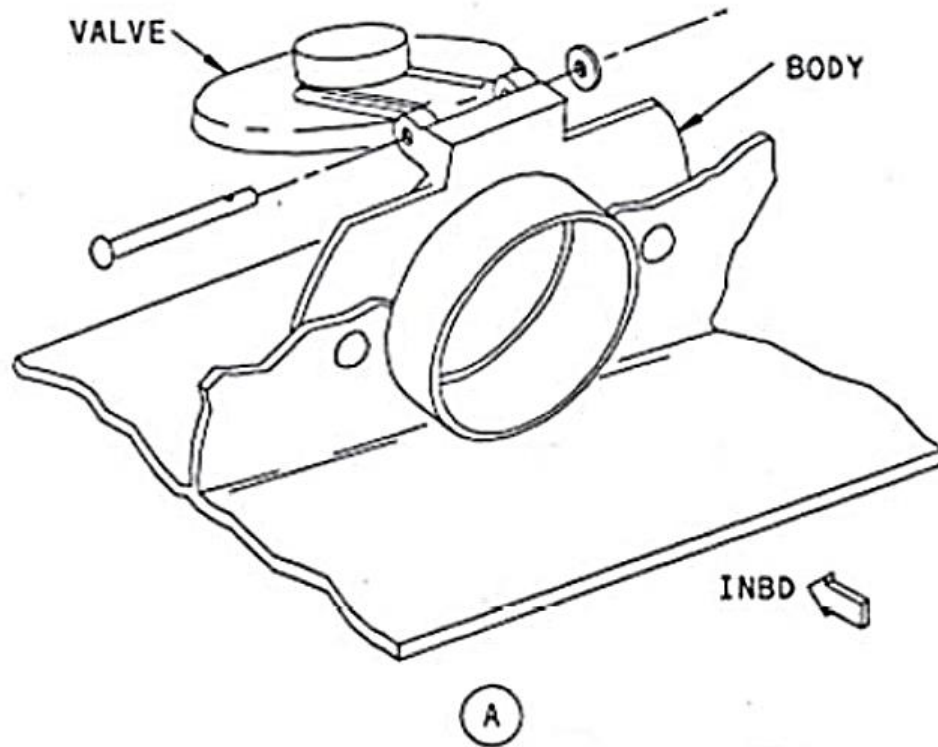
- Besleme Sistemleri / Motor ve APU Yakıt Besleme Sistemi

- Kapakçıklı çek valfler (Flapper check valves)

Bu valfler, kanat tank “rib”lerine uçakların kapasitelerine uygun sayıda monte edilmişlerdir. Yönleri gövde tarafına olup amaçları uçağın dengesinin bozulmasına mani olmak ve yardımcı pompaların bulunduğu tankın, uçağın her türlü konum ve irtifasında yakıtla dolu olmasını sağlamaktır.

Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

- Kapakçıklı çek valfler



Yakıt Sistemleri *(ATA 28)* Modul 11.10

- Besleme Sistemleri / Motor ve APU Yakıt Besleme Sistemi

- Motor yakıt yangın kesme valfleri (Engine fuel fire shutoff valves)

Bu valfler, motora tanktan giden yakıt manifoldunun yolunu açar veya kapatır. Valf, besleme manifoldunda yüksek ısıdan dolayı artan basınçlı yakıtın açılarak tanka dökülmesini sağlayan ısıl emniyet valfine (thermal relief valve) sahiptir. Kesme valfleri normal durumda açık konumdadır; motorda bir yangın anında veya bakım çalışmaları sırasında kapalı konuma getirilir.

Yakıt Sistemleri *(ATA 28)* Modul 11.10

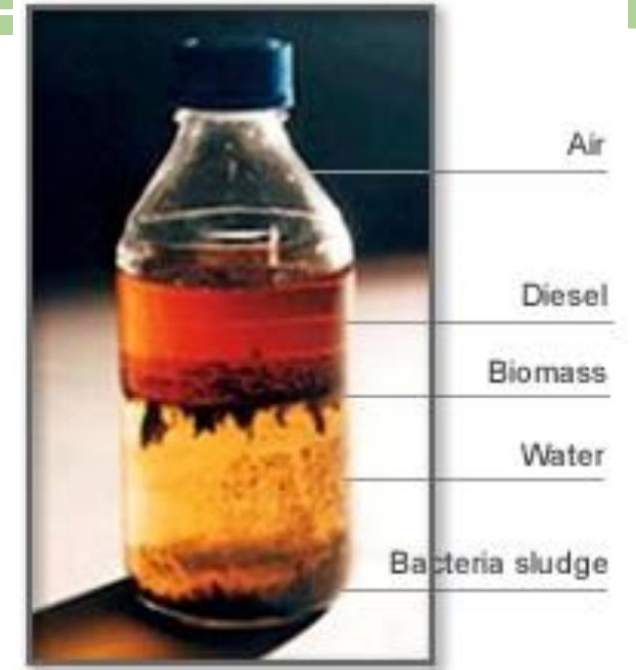
- Besleme Sistemleri / Motor ve APU Yakıt Besleme Sistemi

- APU yakıt yangın kesme valfleri (APU fuel fire shutoff valves)

Bu valfler bazı uçaklarda solenoid tip, bazılarında ise aktüatör tip olup normalde kapalı konumda bulunur. Kokpitte açma veya kapama kumanda şalterleri; uçak dış tarafında da yalnız kapama şalterleri mevcuttur. Solenoid tip valflerde disk tip ısıl emniyet valf mevcut olup bu ısıl valf, manifoldlarda ısıdan dolayı basınç artmasında açılarak yakıtın tanka dökülmesini sağlar. Aktüatör tip yangın kesme valflerinde aynı vazifeyi gören fakat değişik tipte ısıl emniyet valfleri mevcuttur.

Yakıt Sistemleri

- Yakıtı Karıştırma Sistemleri



Çeşitli sebeplerle yakıt tankları içinde toplanan su, yoğunluk farkı ile tankların en alt noktalarında toplanarak korozyona ve bakteri üremesine sebep olur. Ayrıca su donarak yardımcı pompaların girişini tıkayabileceği gibi yakıt miktar sonda ünitelerinin yanlış indikasyonuna ve tank sonda ünitelerinin hasarına sebebiyet verebilir.

Bu nedenlerle suyun toplu olarak bulunması durumlarını ortadan kaldırmak için bazı uçakların kanat tanklarına monte edilmiş olan yakıt karıştırma sistemi ile suyun pülverize hâle getirilerek motor besleme sistemi yakıtı içine karıştırılması sağlanır.

Yakıt Sistemleri

- Yakıtı Karıştırma Sistemleri

Kanat tanklarının merkez tank ile birleştiği alt kenar boyunca bulunan delikli bir boru ucu, bir venturi borusunun en dar yerine bağlanmıştır. Venturi borusunun bir ucuna bağlı olan yardımcı pompa basınç girişi ile borunun en dar yerinde basınç düşüklüğü meydana getirilerek sağlanan vakum ile delikli borudan su ve sulu yakıt emilir. Bu su ve sulu yakıt, yardımcı pompanın basınçlandığı yakıt ile karışarak venturi borusunun diğer ucundan dışarı çıkar ve venturi borusunun bu çıkış ağzında bulunan yardımcı pompa girişine sevk edilmiş olur.

Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

İkmal ve Boşaltma Sistemleri (*Defueling-Fueling Systems*)

Yakıt Atma Sistemi (*Fuel Dump System / Jettison*)

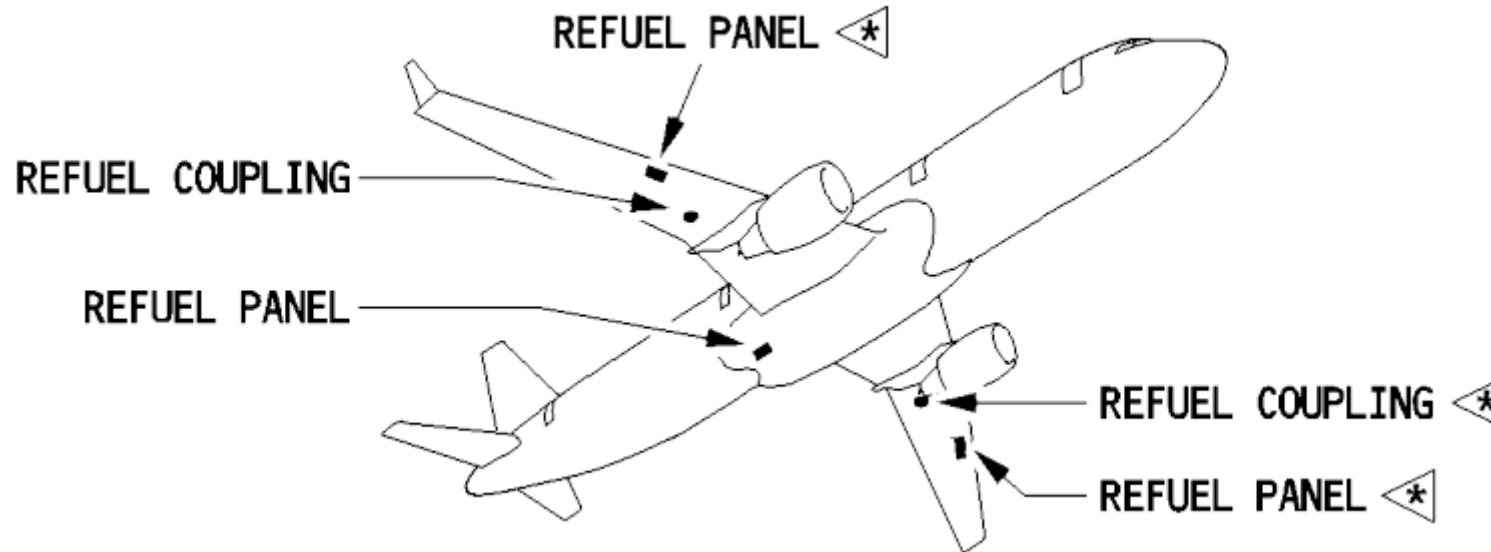
Yakıt Sistemleri

- Yakıt İkmal ve Boşaltma Sistemleri (*Defueling-Fueling Systems*)
 - Yakıt İkmal-Boşaltma Adaptörleri

İkmal adaptörleri yakıt ikmal manifoldu girişine monte edilmiş olup yakıt tanklarından gelen yakıtı, basıncını 40-50 PSI'da tutarak manifoldlardan tanka akmasını ve yakıtın uçaktan tankere boşaltılmasında biraz daha açılarak yakıtın tankere daha kısa zamanda dolmasını sağlar. Normal durumda yay yükü ile kapalı konumdadır.

Yakıt Sistemleri

- Yakıt İkmal ve Boşaltma Sistemleri (*Defueling-Fueling Systems*)
 - Yakıt İkmal-Boşaltma Adaptörleri (*Refuel Coupling*)



Yakıt Sistemleri

- Yakıt İkmal ve Boşaltma Sistemleri (*Defueling-Fueling Systems*)
 - Yakıt İkmal Valfleri (*Fuel Fill Valves*)

Yakıt ikmal valfleri yakıtın tanka ikmalinde, boşaltılmasında ve transferinde kullanılır. Uçaklarda her tanka ait birer adet monte edilmiştir. Bu valfler, motor ve valf olmak üzere iki kısımdır. Bazı uçaklarda mekaniki kumandalı olup motor kısmı bulunmamaktadır. Motorlu olanlar 28 V DC ile çalışır. İkmal panelinde, valf kumanda şalterleri ve mavi transit lambaları bulunur. Her valfin üzerinde kırmızı renkli mekaniki kumanda kolu mevcut olup valf açık veya kapalı konuma getirilebilir. Valfin üzerinde open ve closed yazıları mevcut olup mekaniki kol aynı zamanda gösterge vazifesini de yapar. İkmal valflerinin üzerindeki ısı emniyet valfi, ikmal manifoldunda ısıdan dolayı basıncı artan yakıtı tanka boşaltır.

Yakıt Sistemleri

- Yakıt İkmal ve Boşaltma Sistemleri (*Defueling-Fueling Systems*)
 - Yakıt Boşaltma Valfleri

Uçaktan herhangi bir sebeple yakıt boşaltmak veya diğer tanklara yakıt aktarmak istendiğinde sağ kanat hücum kenarındaki boşaltma valfi, el ile kumanda edilerek açık konumuna getirilir. Valfe kanat hücum kenarında kolay açılan bir kapaktan erişilir. Valf açık konumda iken kapağı kapatmak mümkün değildir.

Yakıt Sistemleri

- Fazla Yakıt Boşaltma (Atma / Tahliye) Sistemi (*Fuel Dump System*)

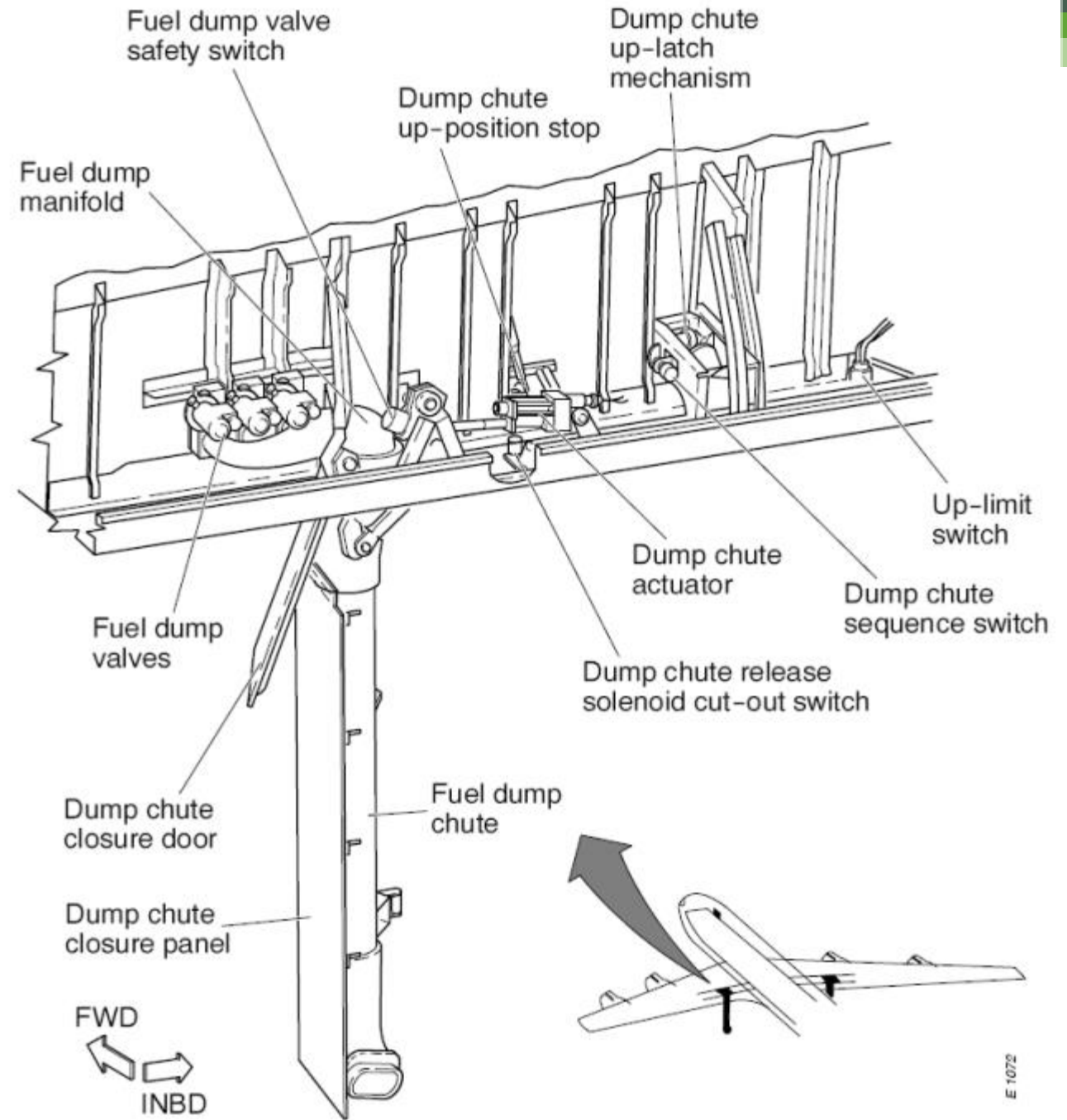
Maksimum kalkış ağırlığı, maksimum iniş ağırlığından fazla olan uçaklarda kalkıştan kısa bir süre sonra uçağın acil iniş yapması gerektiğinde uçağı iniş ağırlığına getirmek için yakıt tanklarındaki yakıtın büyük bir miktarı yakıt tankı içindeki boşaltma sistemi vasıtasıyla kanat uçlarından atmosfere atılır. Bu işlemdeki amaç, dikme ve kanat bağlantılarına aşırı yük binmesini önlemektir.

Fazla yakıt boşaltma sistemi, her tankta bir veya iki adet olabilir. Sistemin ana komponentleri; boşaltma valfleri, boşaltma kontrol valferi/pilot valfleri, seviye kontrol sensörü ve boşaltma püskürtme valfleridir. Sistem elemanları, sisteme ait boşaltma manifolduna bağlanmış olup manifoldun kanat ucundan atmosfere boşaltma yerinde, boşaltma püskürtme valfi mevcuttur.

Yakıt Sistemleri

- Fazla Yakıt Boşaltma Sistemi
(*Fuel Dump System / Jettison*)

- Bu sistem çoğunlukla geniş gövdeli uçaklarda yer almaktadır.



Yakıt Sistemleri

- Fazla Yakıt Boşaltma (Atma / Tahliye) Sistemi (*Fuel Dump System*)

Pilot, kokpitten boşaltma valflerini ve boşaltma püskürtme valferini açar. Yakıt belli bir değere geldiğinde pilot valf yakıt akışını otomatik olarak keser. Ayrıca yardımcı pompa çıkış basıncı 8 PSI altına düştüğünde pilot valf kapanır ve yakıt akışı durdurulmuş olur.

Yakıt Sistemleri

- Fazla Yakıt Boşaltma (Atma / Tahliye) Sistemi (*Fuel Dump System*)

Örnek Görsel:

Uçuşta yakıt boşaltan bir yolcu uçağı (B747)

- Her yolcu uçağı tipinde **bulunmaz**.
- A320, B737 ve alt modellerinde, dar gövdeli yolcu uçaklarında çoğunlukla bulunmaz.



Yakıt Sistemleri

- Fazla Yakıt Boşaltma Sistemi
(*Fuel Dump System*)

Örnek Görseller:

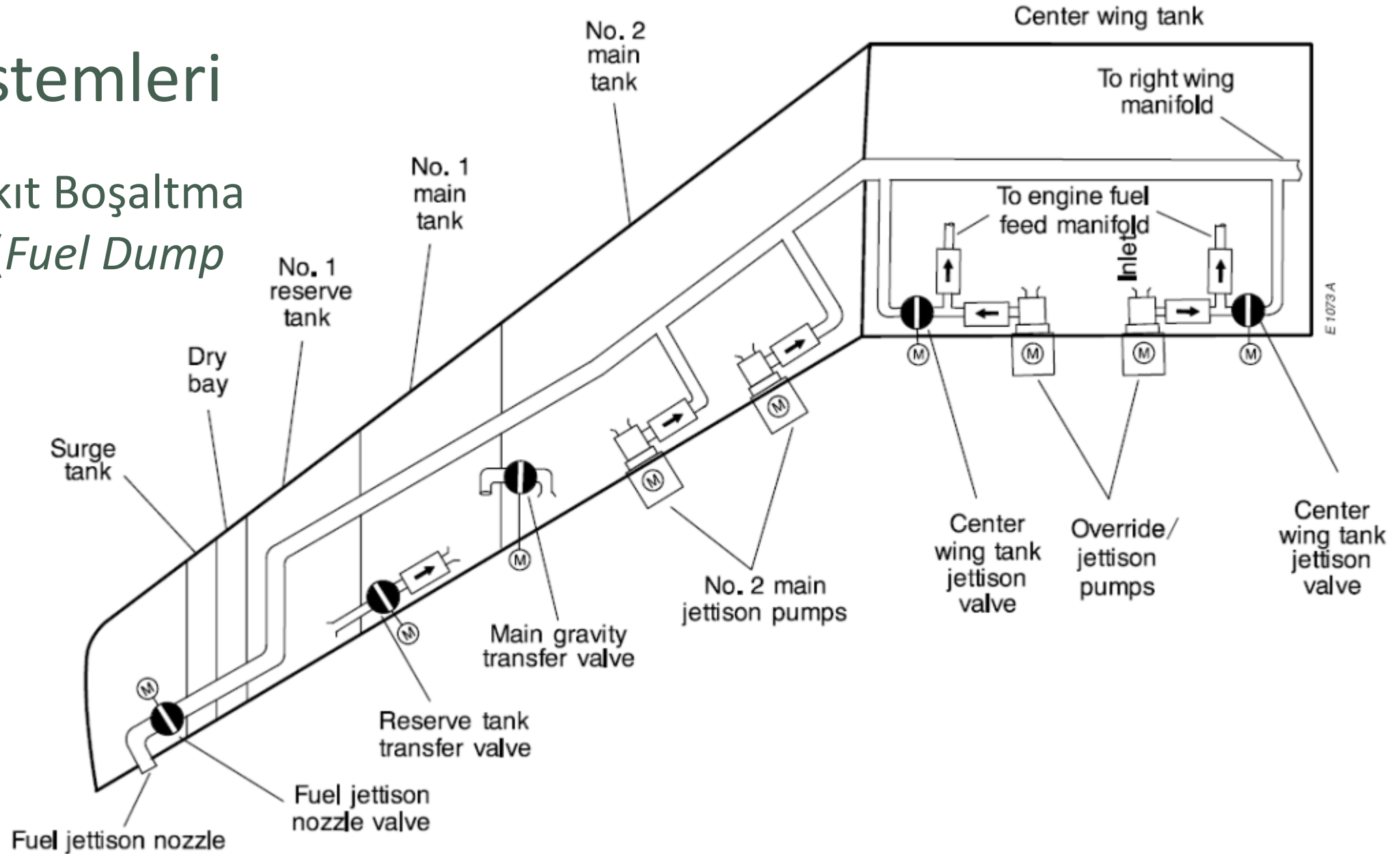
Yakıt boşaltma nozulları A340
(*Fuel jettison nozzle*)

Kaynak: https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_dumping



Yakıt Sistemleri

- Fazla Yakıt Boşaltma Sistemi (*Fuel Dump System*)



Yakıt Sistemleri

- Yakıt Hattı Kaplaması Boşaltma Sistemi

Motor ve APU yakıt besleme manifoldları tanklardan motor ve APU'ya kadar birer kaplama içinde muhafazalı bir hâldedir. Aynı şekilde yakıt kesme valfleri de bu kaplamalara bir boşaltma borusu ile bağlanmıştır. İşte bu besleme manifoldlarındaki bağlantılardan olabilecek yakıt kaçaqları uçağın kuyruk sağ ve sol taraflarındaki portlardan uçuş sırasında vakumla atmosfere atılır. Uçak yerde iken kapamalarda toplanabilecek yakıt, bazı uçaklarda gövde altında sağ iniş takımı yuvasında, bazı uçaklarda ise sol iniş takımı yuvası arka duvarında monte edilmiş olan fuel line shroud drain valves (yakıt hattı kaplaması boşaltma valfleri) ile boşaltılır.

Bu valfler kare şeklinde olup bir popet valf, yay ve “o-ring”den ibarettir. Özel adaptörü ile valfe bastırılınca valf açılır ve kaplamada toplanan yakıt varsa dışarı boşaltılır.

Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

Yakıt Havalandırma Sistemi (*Fuel Vent System*)

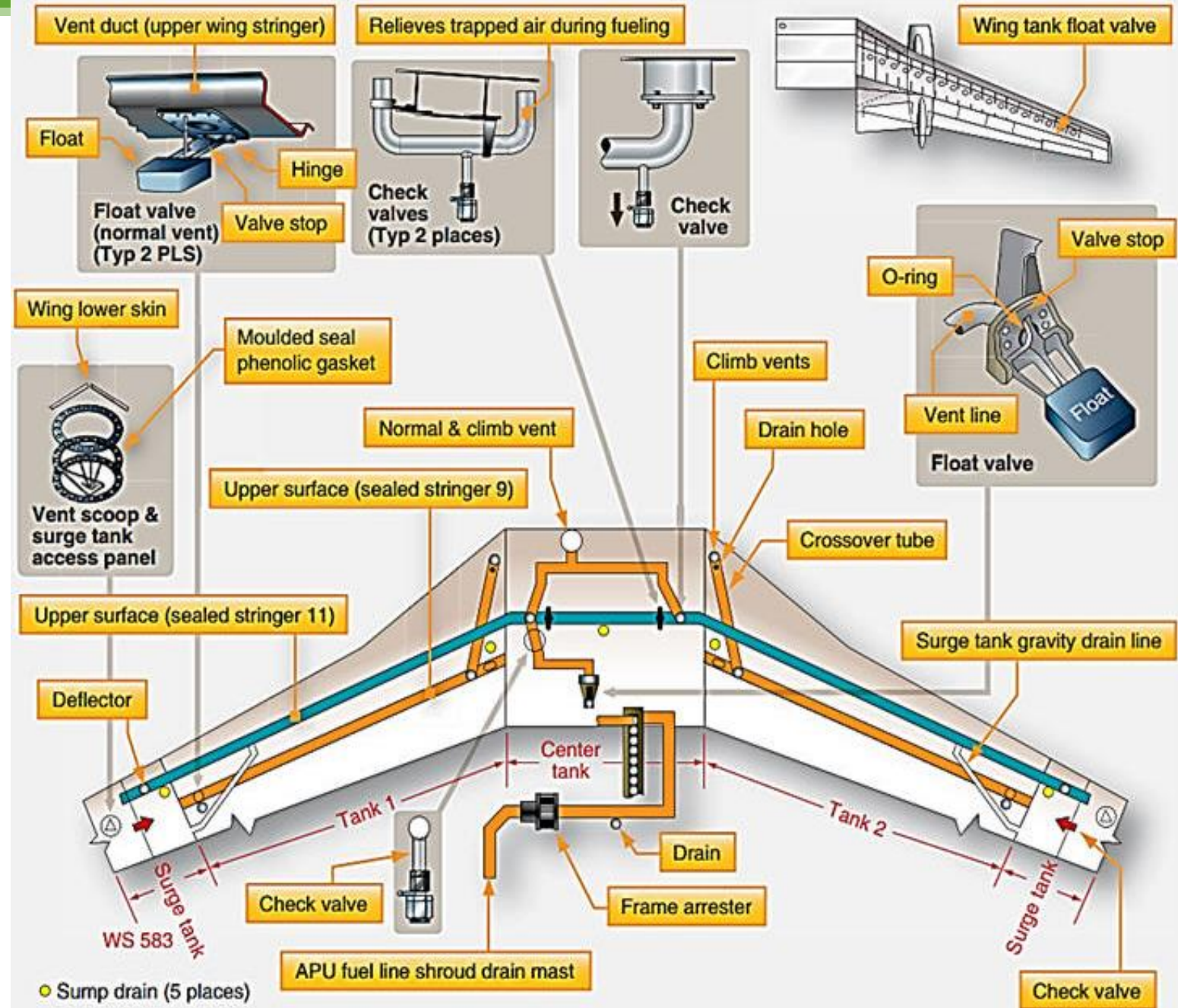
Yakıt Sistemleri

- Yakıt Havalandırma Sistemi (*Fuel Vent System*)

Bu sistem, uçağın her türlü irtifa ve uçuş şartlarında yakıt üzerinde daimi atmosfer basıncı olmasını temin eder. Tank içindeki hava boşluğu, uçağın düz uçuşunda ve yerde kanat ucundan sağlanır. Havalandırma ağzı da buradadır. Eğer uçak bir tarafa yatış yapıyorsa yatış yapılan kanat tankı içindeki yakıt kanat ucunu dolduracak ve havalandırma işlemi havalandırma ağzından yapılamayacaktır. Fakat aynı anda gövdeye yakın kısımda boşluk meydana gelecektir. Aynı havalandırma borusuna bağlı ikinci bir havalandırma ağzı tankın havalandırılmasını devam ettirecektir. Bu ikinci yani gövdeye yakın havalandırma ağzı bazı uçaklarda şamandıra usulü ile çalışır (Tırmanış Havalandırma Şamandıra Valfleri) ve yakıt seviyesi ile kapalı durur, seviye düşünce açılır.

Yakıt Sistemleri

- Yakıt Havalandırma Sistemi (*Fuel tank vent float valve*)



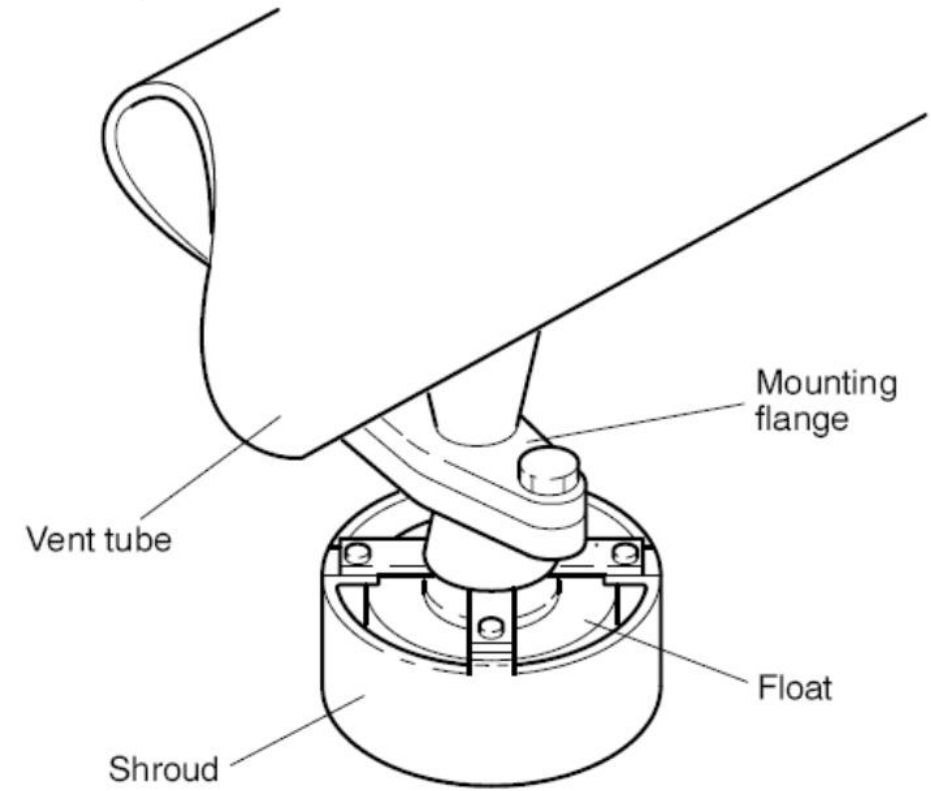
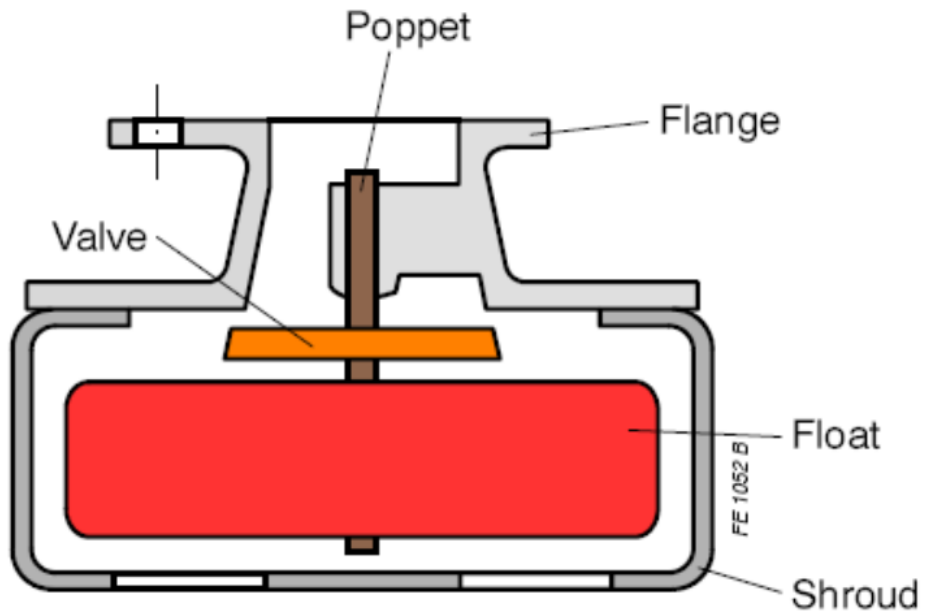
Yakıt Sistemleri

- Yakıt Havalandırma Sistemi (*Fuel Vent System*)

Hiçbir tank, tam olarak doldurulmaz. Her birinde % 3'lük bir boşluk bırakılır. Bu boşluk, yakıtın hava sıcaklığına bağlı olarak yoğunluğunun azalması, dolayısı ile hacminin artması hâlinde yakıtın taşmamasını sağlar. İşte bu boşlukta bulunan bir boru ağzından giren hava, yine bir boru ile diğer kanat ucundan atmosfere irtibatlandırılır. Havalandırma kutularının atmosfer ile irtibatını sağlayan ağızları pislik ve buz birikimine imkân vermeyecek şekil ve hacimde imal edilmişti.

Yakıt Sistemleri

- Yakıt Havalandırma Sistemi (*Fuel Vent System*)
 - Vent float valve



Yakıt Sistemleri

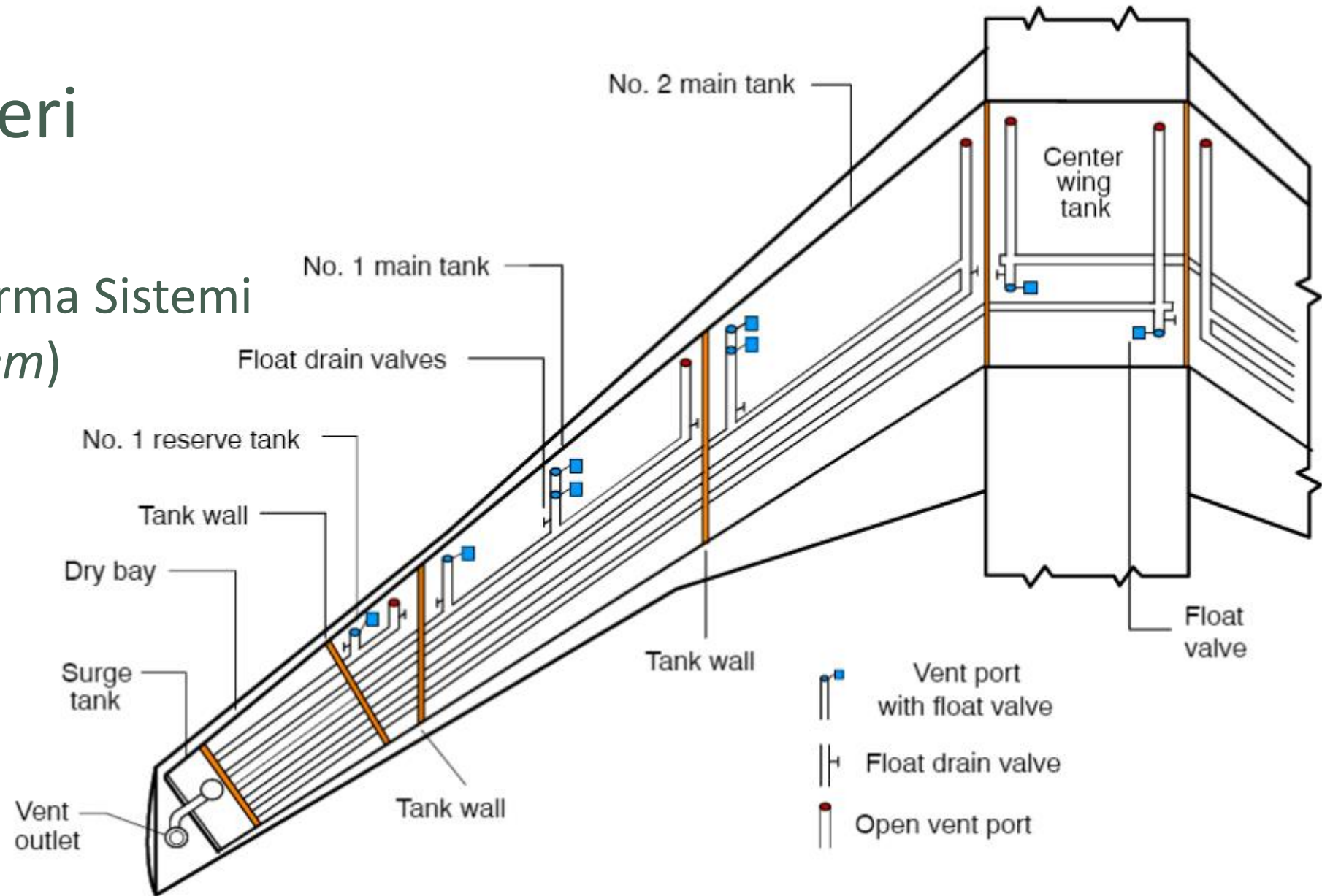
- Yakıt Havalandırma Sistemi (*Fuel Vent System*)
 - Havalandırma Manifoldu Boşaltma Valfleri (*Vent Drain Float Valves*)

Uçağın sağa ve sola yatışlarında manifold uçlarındaki ağızlardan giren yakıt seviyesi, tankın içindeki yakıt seviyesinin 1 inch kadar üzerine çıktığında normalde kaplı olan bu valfler açılarak manifoldlar içindeki yakıtın tanka akması sağlanır.

Bu valfler, manifoldların gövdeye yakın kısmına monte edilmişlerdir. Bu tip valfler bazı uçaklarda yalnız merkez tank içinde 1 adet mevcut olup manifold darin valve şeklinde isimlendirilir.

Yakıt Sistemleri

- Yakıt Havalandırma Sistemi
(*Fuel Vent System*)



Yakıt Sistemleri

Yakıt Havalandırma Sistemi (Fuel Vent System)

- Yakıt deposu havalandırmaları, uçuş sırasında hafif bir pozitif basınç sağlamak üzere tasarlanmıştır. Bu esas olarak yakıtın sifonlanmasını önlemek içindir.
- Torba veya kese tipi bütünleşik olmayan tanklar söz konusu olduğunda pozitif basınç aynı zamanda tankı yapı içinde yerinde tutmaya ve kendi içine çökmesini önlemeye de yarar.



Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

Çapraz Besleme ve Transfer (*Crossfeed and Transfer Systems*)

Yakıt Sistemleri

- Çapraz Besleme ve Transfer Sistemleri (*Crossfeed and Transfer Systems*)
 - Çapraz Besleme Valfleri (*Crossfeed Valves*)

Normalde motorlar kendilerine ait olan kesme valfleriden beslenir. Herhangi bir motorun kendine ait olmayan bir tanktan beslenmesi gerektiğinde çapraz besleme valfi açılır. Bu valfler mekaniki veya elektriki kumandalıdır. Elektriki olanların kokpitte transit hâlinde aydınlanan mavi lambaları bulunur. Lambanın devamlı yanması hâlinde ise valfle şalter arasında uyumsuzluk vardır yahut valf açıkta sıkışmıştır. Bu valflerin yarısı tank içinde yarısı tankın dışında kalacak şekilde monte edildiğinden semisubmerged shut off valve (yarı batık kesme valfi) olarak isimlendirilir. Çapraz besleme sistemi başka bir tanktan herhangi bir motoru beslemede, yakıtı boşaltmada ve yakıtı diğer tanklara aktarmada kullanılmaktadır.

Yakıt Sistemleri

- Çapraz Besleme ve Transfer Sistemleri (*Crossfeed and Transfer Systems*)
 - Yakıt Transferi (*Fuel Transfer*)

Uçaklarda yakıt tankları arasındaki dengesizliği gidermek için veya bakım yapmak amacıyla yakıtı diğer tanka aktarma işlemine yakıt transferi adı verilir.

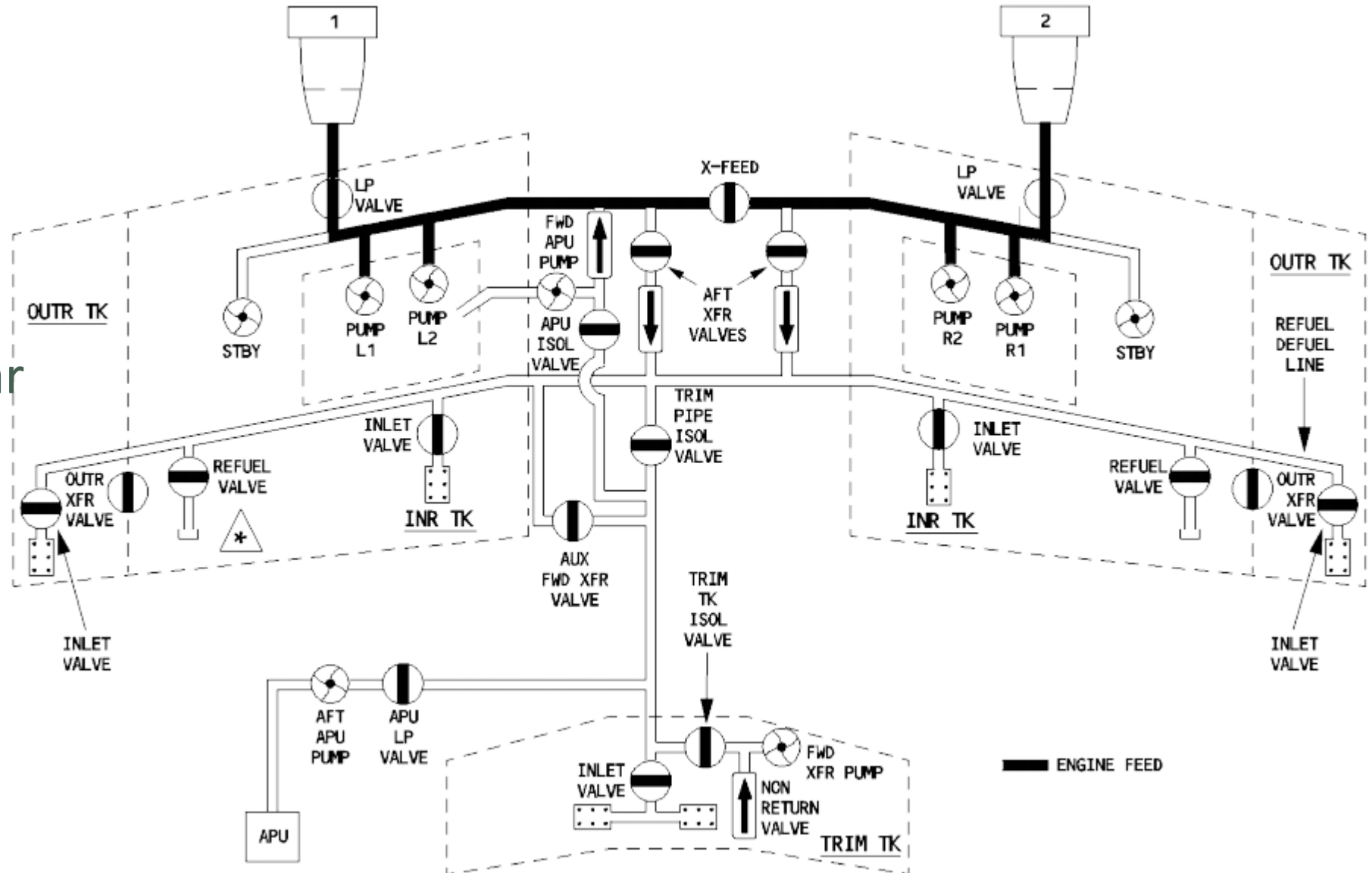
Yakıt transferinde dolu tank yardımcı pompaları çalıştırılır, boşaltma valfi açılır ve yakıt, boşaltma çek valfinden geçerek boşaltma manifolduna gelir. Transfer yapılacak olan tankın ikmal valfi açılır ve yakıt bu tanka dolmaya başlar.

Yakıt Sistemi

Örnek Görsel:

Yardımcı pompalar
(*booster pumps*)

Çapraz besleme
valfi (*X-feed
crossfeed*)



Yakıt Sistemleri **(ATA 28)** Modul 11.10

Göstergeler, Uyarılar ve Ölçme Sistemleri

Yakıt Sistemleri

- Göstergeler, Uyarılar ve Ölçme Sistemleri
 - Yakıt Miktar Gösterge Sistemleri

Uçaklarda yakıt miktar sistemi iki tipte kullanılmaktadır. Bunlar capacitor (kondansatör) tip ölçme sistemleri ve alternate (alternatif) tip ölçme sistemleridir.

➤ **Kondansatör Tip Yakıt Miktar Gösterge Sistemleri**

Birçok uçakta kullanılan bu yakıt miktar gösterge sistemi, tank içindeki yakıt miktarını ağırlık (kg-lb) olarak verir. Farklı uçaklarda gösterge sistemi aynı esasa göre çalışmasına rağmen elemanları farklı yapı ve fiziki görünüme sahiptir.

Yakıt Sistemleri

- Göstergeler, Uyarılar ve Ölçme Sistemleri

- Yakıt Miktar Gösterge Sistemleri / Kondansatör Tip

Sistem, pilot kabininde her bir tanka ait birer gösterge, ikmal panelinde tekrarlayıcı gösterge, her bir tank içinde yeteri kadar tank sonda ünitesi ve dengeleme sondalarından ibarettir.

Tank içinde bulunan tank sondaları bulundukları yerdeki yakıt-hava yüksekliğini, havanın elektrik akımına karşı gösterdiği yalıtkanlığa göre pilot kabinindeki göstergeye elektriki kapasitans değeri olarak gönderir. Tank sondalarının bulunduğu yerde hiç yakıt yoksa gösterge ibresi 0 değerini gösterir. Yakıt seviyesi yükseldikçe yakıtın havaya nazaran daha iletken olması durumu, geçen elektrik akımını artıracak, bu voltaj gösterge içindeki amplifikatör tarafından yükseltilecek ve gösterge motoru çalışarak ibre sıfırdan farklı bir değer gösterecektir. Tank içindeki her bir tank sondası, diğerleri ile paralel bağlı durumdadır.

Yakıt Sistemleri

- Göstergeler, Uyarılar ve Ölçme Sistemleri

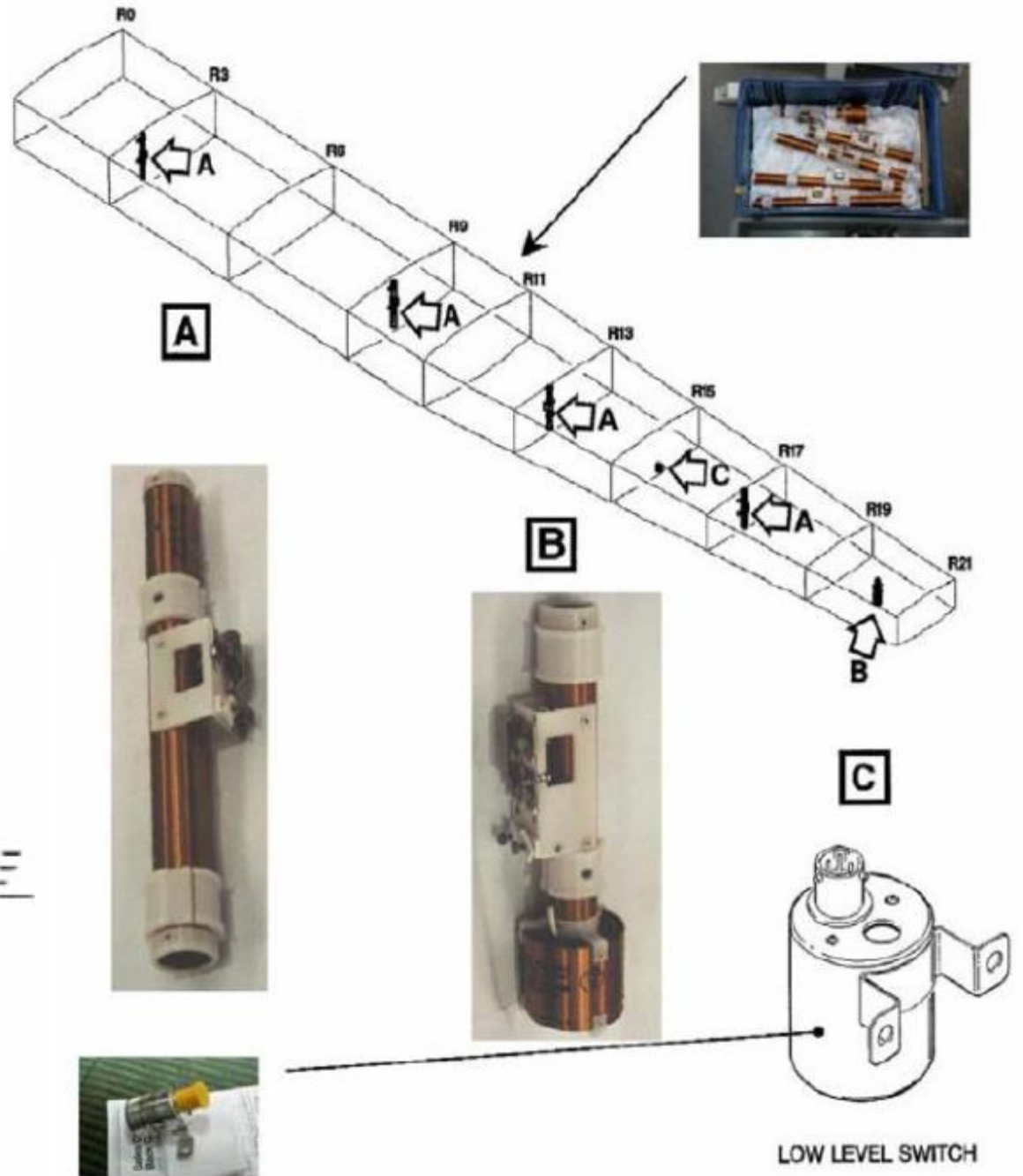
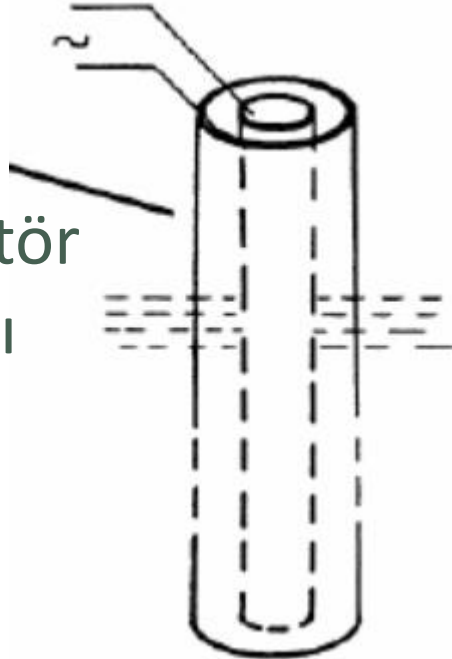
- Yakıt Miktar Gösterge Sistemleri / Kondansatör Tip

Gösterge kapasitans değerlerini değerlendirerek tanktaki yakıt miktarını ağırlık olarak gösterir. Yalnız bu ağırlık, standart yakıt yoğunluğuna göre göstergede hesaplanmıştır. Eğer tank içindeki yakıt yoğunluğu daha az veya fazla ise bu yoğunluk değişimi tank içinde bulunan dengeleme sondası tarafından ayrıca bir sinyal ile göstergeye gönderilir. Böylece, tank içindeki yakıt miktarının ağırlığı doğru olarak elde edilir. Ayrıca uçak yakıt tanklarına ait göstergelerin her biri toplam yakıt miktar göstergesini besler ve uçaktaki toplam yakıt miktarı elde edilir.

Yakıt Sistemleri

- Göstergeler, Uyarılar ve Ölçme Sistemleri
 - Kondansatör tip algılayıcı

Örnek Görsel: Kondansatör Tip Yakıt Miktar Algılayıcı
(*Capacitance type fuel quantity indication*)



Yakıt Sistemleri

- Göstergeler, Uyarılar ve Ölçme Sistemleri
 - Yakıt Miktar Gösterge Sistemleri

➤ Yakıt miktar test şalterleri

Yakıt miktar test şalterine basıldığı anda gösterge köprü devresinin balansları bozulduğundan göstergelerin ibreleri sıfıra doğru dönmeye başlar. Şalter bırakıldığı zaman ibreler tekrar gösterdikleri değere döner. Gösterge ibrelerinden herhangi biri aynı değere gelmez ise o gösterge arızalıdır veya elektriki bağlantılarında kısa devre vardır. Test şalterleri kokpitte ve ikmal panelinde birer adet bulunur.

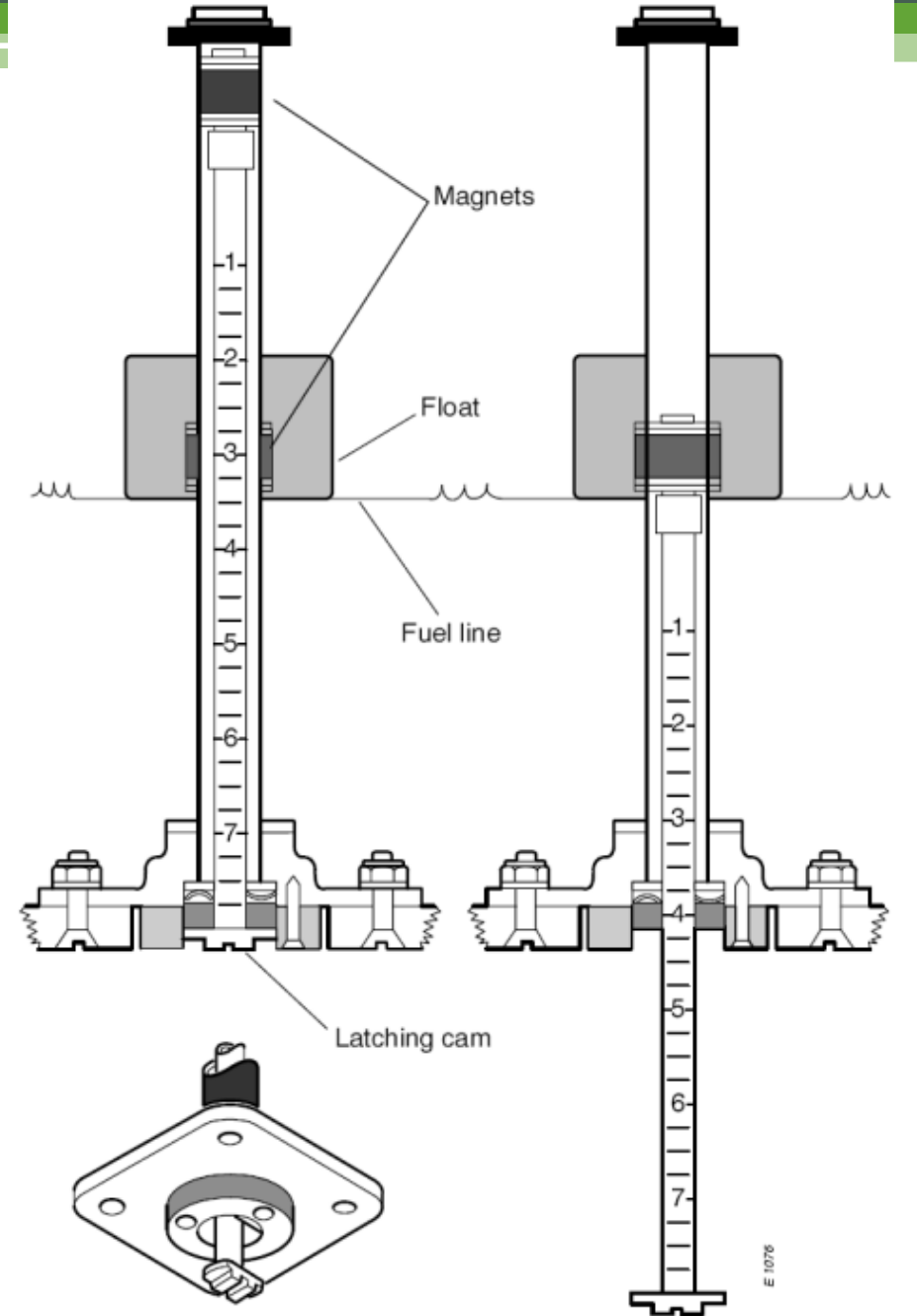
Yakıt Sistemleri

- Göstergeler, Uyarılar ve Ölçme Sistemleri
 - Alternatif Yakıt Ölçme Sistemleri

Bu sistemler, uçak yerde iken kondansatör tip yakıt miktar sisteminin çalışmaması hâlinde kullanılır. Tanklardaki yakıt miktarları kanat alt yüzeylerine monte edilmiş kalibreli ölçü çubukları ile yapılır. Bu çubuklar bazı uçaklarda drip stick (akıtan tip), bazılarında ise dripless stick (akıtmaz tip) tiptedir. Uçakların hacmine veya tank adedine uygun miktarda tanklara monte edilir.

Yakıt Sistemleri

- Göstergeler, Uyarılar ve Ölçme Sistemleri
 - Alternatif Yakıt Ölçme Sistemleri
 - Kalibreli Ölçü Çubukları (*Magna Sticks*)



Yakıt Sistemleri

Örnek Görsel:
Kalibreli Ölçü Çubukları
(*Magna Sticks*)

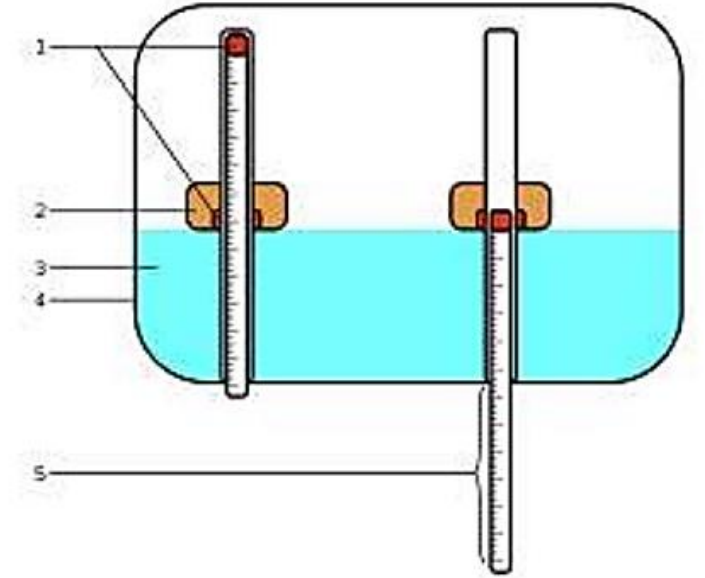


Diagram showing the operation of a floatstick to indicate fuel remaining in an aircraft fuel tank:

- 1 - magnets
- 2 - float
- 3 - fuel in tank
- 4 - fuel tank wall
- 5 - indication of remaining fuel in tank when floatstick is pulled down.

Yakıt Sistemleri

- Göstergeler, Uyarılar ve Ölçme Sistemleri
 - Meyil Ölçer (*Inclinometer*)

Uçakların yerde konumunu tayin etmek için inklinometre denilen çizelge kullanılır. Bazı uçakların burun kısmı sağ tarafında, bazı uçakların sağ iniş takımları yuvalarına monte edilmiştir. Bir şakul, uçağın konumunu bu çizelgede burun yukarı, burun aşağı, kanat yukarı ve kanat aşağı şeklinde derece ile gösterir. Çizelgeler, sıfır ile üç derece arasında taksimatlandırılmış olup her uçakta birer adettir.

Yakıt Sistemleri

- Göstergeler, Uyarılar ve Ölçme Sistemleri
 - Yakıt Sıcaklık Gösterge Sistemleri

Bu sistemlerdeki amaç, tanklardaki dolayısı ile motora giden yakıtın sıcaklığı hakkında pilota bilgi vermektir.

Yakıt Sistemleri

- Göstergeler, Uyarılar ve Ölçme Sistemleri
 - Yakıt Düşük Basınç Gösterge Sistemleri

Yardımcı pompaların motora basmış olduğu yakıt basıncı düşünce basınç hattına koyulan birer şalter ile kokpitte amber renkli lamba veya yazı olarak bildirilir. Bu sistemde birer düşük basınç şalteri ve birer amber renkli ikaz lambası mevcut olup genel olarak sistem 28 V DC 28 V AC güç ile çalışır. Manifolddaki yakıt basıncı 5 PSI'nın altına düştüğünde ilgili yardımcı pompaların düşük basınç lambası aydınlanır.

Kaynakça:

- **Temel Uçak Sistemleri (MEGEP)***
- http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Temel%20U%C3%A7ak%20Sistemleri.pdf
- <https://www.pilotajhaber.com/ucak-yakit-sistemleri/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_dumping
- https://tr.wikipedia.org/wiki/Jet_yak%C4%B1t%C4%B1