

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENTİTÜSÜ**

Doç. Dr. Olcay Kincay

O. Kuncay
Prof. Dr. Nihat TEKİN

[Signature]

Prof. Fatma Kaya Kocamaz
[Signature]

**TİCARİ UÇAKLARIN (AIRBUS 310 TİPİ YOLCU
UÇAKLARININ) KLİMA SİSTEMİNİN
İNCELENMESİ**

84938

Mak. Müh. Belgin BAĞDAŞ

**F.B.E.Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Olcay KINCAI

84938

**TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İSTANBUL, 1999

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	vi
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
2. YÜKSEK İRTİFALARDAKİ FİZİKSEL KOŞULLAR , İNSANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE KONFOR ŞARTLARI	2
2.1 Basınç ve Yükseklik	2
2.2 Sıcaklık	5
2.3 Nem	8
2.4 Hava akımı ve miktarı	10
2.5 Hava Kalitesi	11
3. AIRBUS 310 TİPİ YOLCU UÇAĞININ GENEL TANITIMI	14
4. PNÖMATİK SİSTEM	19
5. UÇAK KLİMA SİSTEMİ	24
5.1 Paket Klima Üniteleri	24
5.1.1 Paket Klima Ünitesi Kapama Valfi	32
5.1.2 Paket Klima Ünitesi Akış Kontrol Valfi	33
5.1.3 Soğutma Ünitesi	35
5.1.3.1 Hava Çevrim Ünitesi	36
5.1.3.2 Kompresör	38
5.1.3.3 Türbin	41
5.1.3.4 Fan	41
5.1.3.5 Isı Değiştirgeci	42
5.1.3.6 Soğutma Havası	42
5.1.3.7 Acil Taze Hava Girişi	44

5.1.3.8	Fan By-pas Check Valfi.....	45
5.1.3.9	Buzlanma Önleyici Metal Ağ	46
5.1.3.10	Buzlanma Önleyici valf	46
5.1.3.11	Paket Ünite By-pas Check Valfi	49
5.1.3.12	Hava Çevrim Ünitesi Pnömatik Termostadı	49
5.1.3.13	Seperatör	50
5.1.3.14	Su Enjektörü	51
5.2	Klima Sistemi Acil Taze Hava Dağıtım Sistemi	52
6.	KLİMA SİSTEMİ SICAKLIK KONTROLÜ ALT SİSTEMİ	54
6.1	Kabin Sıcaklığı Kontrol Sistemi	54
6.1.1	Hava Ayar Valfi	59
6.1.2	Sıcaklık Kontrolörü	59
6.2	Kargo Kompartmanı Sıcaklık Kontrol Sistemi	60
6.2.1	Kargo Kompartmanı Hava Ayar Valfi	62
6.2.2	Kargo Kompartmanı Ayırma Valfi	62
6.2.3	Çıkarma Valfi	62
6.2.4	Sıcaklık Kontrol Sensörleri.....	63
7.	KLİMA SİSTEMİ DAĞITIM ALT SİSTEMİ	64
7.1	Pilot Kabini Hava Dağıtım Sistemi	65
7.2	Yolcu Kabini Hava Dağıtım Sistemi	65
7.2.1	Check Valfler	66
7.2.2	Filtreler	66
7.2.3	Kabin Fanları	67
7.2.4	Arıza Denetimi	67
8.	HAVANIN YENİDEN KULLANILMASI	68
9.	LAVABO VE MUTFAK HAVALANDIRMASI	69
9.1	Lavabo ve Mutfak Havalandırması Kaynak Havası	69
9.2	Lavabo ve Mutfak Havası Tahliye Sistemi	69
9.3	Kontrol ve Göstergeler	70
9.4	Tahliye Fanları.....	70
9.5	Arıza Denetimi	71
10.	DAĞITIM SİSTEMİ AVİONİK HAVALANDIRMA SİSTEMİ	72
10.1	Avionik Kompartmanın Havalandırılması	72
10.2	Pilot Kabinindeki Ekipmanların Hava Dağıtım Sistemi	72
10.3	Elektronik Ekipman Raflarının Havalandırması	73
10.4	Üfleme Sistemi	73

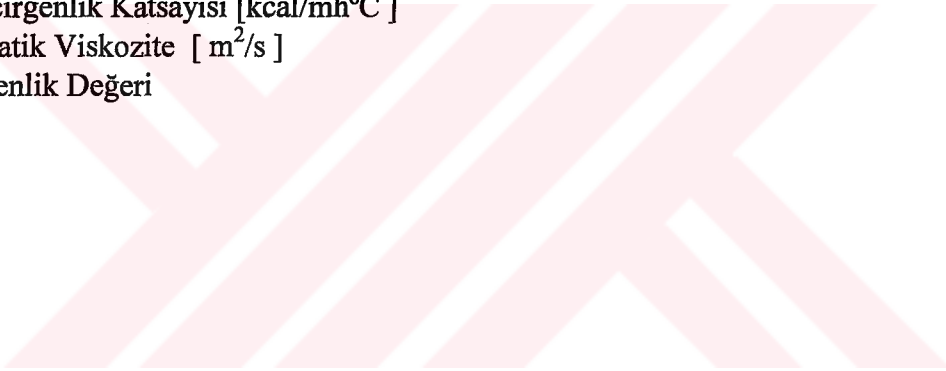
10.5	Batarya Soğutucu Fan Havalandırması	73
10.5.1	Susturucular.....	74
10.5.2	Filtre	74
10.5.3	Kaynak Hava Check Valfleri	75
10.5.4	Üfleyiciler	75
10.5.4.1	Aktif Üfleyicilerin Arızalanması	76
10.5.4.2	İki Üfleyicinin Arızalanması	76
10.5.5	Üfleyici Check Valfleri	76
10.5.6	Klima Sistemi Check Valfleri	77
10.5.7	Hava Akış Dedektörü	77
10.6	Avionik Havası Tahliye Sistemi	77
10.6.1	Tahliye Fanı	77
10.6.2	Merkezi Uyarılar	78
10.6.3	Hava Akışı Dedektörleri	78
10.6.4	Dış Tahliye Valfi	78
10.6.5	İç Tahliye Valfi	79
10.6.6	Otomatik Normal Çalışma Hali	79
10.6.7	Hatalı Çalışma	80
10.6.8	Soğuk Hava Şartlarında Yerde Çalışma	81
11.	KABİN BASINÇLANDIRMA SİSTEMİ	82
11.1	Kabin Basınç Kontrolü ve Gösterimi	83
11.2	Otomatik Sistemler	86
11.3	Acil Olarak Manuel Kumanda ile Kabin Basıncının Düşürülmesi	86
11.4	Otomatik Kabin Basınç Kontrolü	86
11.5	Kabin Basıncı Dış Akış Valfleri	86
11.6	Kabin Fark Basıncı (ΔP) Kabin Basıncı Kontrol ve Gösterimi	87
11.7.1	Kabin Basınçlandırma Sisteminin Çalışması	88
11.7.1	Uçak Yerde İken	88
11.7.2	Kalkıştan önce Basınçlandırma	88
11.7.3	Uçuş Esnasında Basınçlandırma	89
11.7.4	Arıza halinde	89
11.7.5	Manuel Basınç Kontrolü	90
11.7.6	Basınç Tahliyesi	90
11.7.7	Uçağın Denize İnmesi Hali	91
11.7.8	Kabin Basıncı Dış Akış Valfleri	91
11.7.9	Basınç Tahliye Valfi.....	92
12.	UÇAK İÇİN ENERJİ DENGESİ YAKLAŞIK HESABI	94
12.1	Kayıp Isı Enerjisi Hesabı	94
12.2	Uçak İçinde Üreyen Enerjinin Hesabı	100
12.3	Klima Sistemi ile Giren / Alınan Enerji Hesabı	102

12.4 Enerji Dengesi	104
13. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	108
KAYNAKLAR	110
EKLER.....	110
Ek 1 Hava için karakteristik değerler (yükseklığe bağlı)	111
Ek 2 Hava için karakteristik değerler (atmosferik)	112
Ek 3 Gazların Standart atmosferik Basınç ve 15 °C Sıcaklıktaki Özellikleri	113
ÖZGEÇMİŞ	114



SİMGE LİSTESİ

ΔT	Sıcaklık farkı [°C]
A	Alan [m ²]
c	Ses Hızı [m/s]
c_p	Özgül ısı [kcal/kg°K]
D	Çap [m]
k	Isı transfer katsayısı [kcal/m ² h°C]
m	Kütle [kg]
M	Mach Sayısı
Nu	Nusselt Sayısı
Pr	Prandtl Sayısı
Q	Enerji [kcal/h]
R	Gaz Sabiti [J/kg°K]
Re	Reynolds Sayısı
U	Hız [m/s]
V	Gaz Hızı [m/s]
W	İş [kcal/h]
α	Isı İletim Katsayısı [kcal/m ² h°C]
λ	Isı Geçirgenlik Katsayısı [kcal/mh°C]
ν	Kinematik Viskozite [m ² /s]
τ	Geçirgenlik Değeri



KISALTMA LİSTESİ

ALTN	Alteration
APU	Auxiliary Power Unit
atm	Atmosfer
cfm	Cubic feet per minute (0,028317 m ³ /dak)
ECAM	Electronic Centralized Aircraft Monitoring
FCOM	Flight Crew Organisation
ft	Feet (0.3048 m)
Hz	Hertz
JAA	Joint Aviation Authority
Lb	Libre (0,45359 kg)
mb	Milibar
MFA	Memorized Fout Annunciator
OVBD	Overboard
psi	Pound Square Inch (0.068 atm)
rpm	Round Per minute
SuS	Su Sütunu
TAI	Turkish Aerospace Industries
vdc	Volt Direct Current
WLDP	Warning Ligth Display Panel

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3. 1	Uçağın ana ölçüleri 16
Şekil 3. 2	Kabin camları 17
Şekil 4. 1	Uçak pnömatik sistem şeması 21
Şekil 4. 2	Pnömatik sistem elemanları 22
Şekil 5. 1a	Klima sistemi elemanları 26
Şekil 5. 1b	Klima sistemi genel şeması 29
Şekil 5. 1c	Klima sistemi genel şeması 30
Şekil 5. 2	Türbin girişi sıcaklık gösterge sensörü 31
Şekil 5. 3	Paket ünite kapama valfi 32
Şekil 5. 4	Akış kontrol valfi 33
Şekil 5. 5	Soğutma ünitesi 35
Şekil 5. 6a	Hava çevrim ünitesi 37
Şekil 5. 6a	Hava çevrim ünitesi 38
Şekil 5. 7	Kompresör by-pass çek valfi 39
Şekil 5. 8	Kompresör çıkışı pnömatik termostadı 40
Şekil 5. 9	Türbin girişi sigortaları 41
Şekil 5.10	Hava çevrim ünitesi , termostad ve sigortalar 44
Şekil 5. 11	Isı değiştirgeci 43
Şekil 5. 12	Fan by-pass valfi 45
Şekil 5. 13	Seperatör ve buzlanma önleyici valf 46
Şekil 5. 14	Paket ünite buzlanma önleyici valf 48
Şekil 5. 15	Seperatör ve buzlanma önleyici ağ 51
Şekil 5. 16	Seperatör ve su enjektörü 52
Şekil 6. 1	Sıcaklık kontrol sensörü 56
Şekil 6. 2	Paket ünite sıcaklık kontrol sensörleri 58
Şekil 10. 1	Dış akış valfi 93
Şekil 12. 1	Uçak gövdesinin duvar kesit görüntüsü 94
Şekil 12. 2	Kişi sayısına bağlı giren ısı değişimi101
Şekil 12. 3a	Havanın paket üniteadaki proses şeması102
Şekil 12. 3b	Havanın paket üniteadaki prosesinin T-S diyagramı103
Şekil 12. 4	Dış sıcaklığa bağlı ısı enerjileri ve ünite çıkış sıcaklığı değişimi106

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	Uluslar arası atmosfer standardı (ISA) 3
Çizelge 2.2	Muhtelif yüksekliklerdeki kısmi oksijen basıncı 5
Çizelge 2.3	Yükseklikle havadaki nem değişimi 9
Çizelge 2.4	Çeşitli yüksekliklerde doymuş hava içindeki su miktarı 9
Çizelge 2.5	Atmosferik ozon konsantrasyonu eğrisi12
Çizelge 11.1a	Uçuş esnasındaki basınçlandırma düzenlemeleri 84
Çizelge 11.1b	Uçuş esnasındaki basınçlandırma düzenlemeleri 85
Çizelge 12.1	Dış sıcaklıkla $\alpha_{dış}$ ve $Q_{kayıp}$, değişimi ve ara değerler 99
Çizelge 12.2	Kişi sayısına bağlı giren ısı değişimi 101
Çizelge 12.3	Yükseklığe bağlı sıcaklık değişiminin klima sisteminde doğurduğu değer farklılıkları 105
Çizelge 12.4	50 kişilik yolcu kapasitesi için sıcaklıkla enerji değişimi 107



ÖNSÖZ

Nihayet çoğu geceler benim için kabus halini alan ve hiç bitiremeyecekmişim gibi gelen, ve gerçekten alın terimi dökerek hazırladığım tezimin tamamlanmasından dolayı çok mutluyum.

Tez çalışmam süresince bana çok sabır gösteren eşime teşekkür ediyor ve her zaman sıcak ve anlayışlı olan sayın hocam Doç.Dr. Olcay Kıncay Hanım'a saygılarımı sunuyorum .



ÖZET :

Bütün taşıtlar gibi hava taşıtları için de öncelikli iki amaç : Seyahatin emniyetli ve verimli bir şekilde olması ve konfor şartlarının oluşturulmasıdır . Günümüz yolcu uçakları emniyet ve verimin sağlanması için ; hava olaylarının etkin olmadığı yüksek irtifaları tercih ederken , konfor şartlarının oluşturulması birinci derecede uçak klima sistemine düşmekte ve yalnız konfor değil daha önemlisi yaşanabilir ortam şartları sağlanmaktadır .

Büyük kapasiteli yolcu uçaklarının ve bu çalışmada klima sisteminin incelendiği AIRBUS 310 tipi yolcu uçağının yaklaşık uçuş yüksekliği olan 12192 metre (40000 Feet) , doğal ortam olarak zor bir ortamdır. Burada havanın yoğunluğu deniz seviyesindeki yoğunluğunun ¼ inden az , sıcaklığı -60 °C , ve bağıl nem seviyesi yeryüzünün en kuru parçasındaki neme eşit olur ki bu ortamda hiçbir hayat var olamaz. Bu açıdan, atmosferin üst seviyesinde seyahat edebilmek için gerekli şartların sağlanması amacı ile harcanan büyük çaba şaşırtıcı değildir . Uçak içinde , gerek atmosferin üst seviyelerinde, gerekse deniz seviyesinde konfor şartlarının sağlanması bütünüyle Klima Sisteminin görevidir .

Klima Sistemi bir çok alt sistemden oluşur : Kabin Basınçlandırma ve Kontrol Sistemi, Hava Şartlandırma , Dağıtım ve Toplama Sistemleri , Sıcaklık Kontrol Sistemi ...

Kabin basınçlandırma sistemi ; yükseklere çıkıldıkça hava basıncının düşmesinden ve buna bağlı olarak havadaki oksijen miktarı azalmasından doğacak problemlerin önlenmesi amacıyla geliştirilmiştir.

Paket klima sistemleri ; uçağın hava kaynağı olan motorlarından çekilen sıcak havanın kullanıma hazır hale gelmesini sağlarken, sıcaklık kontrol sistemi ile ; havalandırma yapılacak bölgelerde , olması istenilen sıcaklık değerleri içinde kalınması sağlanmaktadır.

Çalışmada ; yüksek irtifaların oluşturduğu fiziksel koşullar ve bunun insanlar üzerindeki etkisi incelenmiş olup ; A310 tipi yolcu uçaklarının Klima Sistemi; bu sistemin her bir alt sisteminin çalışma yöntemi ve sistemi oluşturan elemanlar incelenmiştir.

ABSTRACT

Like all the other transport techniques , air transport technique has two main purpose : safety and fertile flight ; pasenger well-being and comfort .

In order to prevent the destructive effects of weather , aircrafts have high cruising altitudes. To sustain life at high altitudes is the first function of the aircraft air conditioning system and the second one is to ensure the passenger comfort.

The natural environment at 40000 ft is very harsh . Air less than one quarter of its density at sea level , temperatures down to minus 60 degrees Celsius , and levels of relative humidity that are equal to the driest parts of the earth's surface . No life forms inhabit this environment. Air conditioning system not only at high level of atmosphere but also at sea level should make the cabin environment habitable.

Air conditioning system is made up of several subsystems that control cabin pressurization, airflow and distribution , air extraction and temperature .

Cabin pressurization is necessary to sustain life , air conditioning packs accomplish the air cooling and the temperature control limits the temperature .

This article discusses , the parameters considered during the design of the air conditioning systems and their physiological effects and also gives information about air conditioning system and system equipment of AIRBUS 310 aircraft .

1.GİRİŞ

Havacılık teknolojisi ülkemiz için çok yeni olamamasına rağmen ; henüz büyük kapasiteli yolcu taşımacılığı yapacak uçaklarımız ve uçak kliması konusunda yapılmış çalışmalar bulunmamaktadır.1925 ' te kurulan Türk Hava Kurumu , 1994 ' de kurulan Türk Sivil Havacılığını Geliştirme Vakfı ve 1994 yılında kurulmuş olan Türk Havacılık Uzay Sanayi (TAI , Turkish Aerospace Industries) havacılığın gelişmesine katkıda bulunurken ; ülkemizde montajı ve imali yapılan uçak tipleri ; uçuş yüksekliklerinin yaşama elverişli seviyede olmasından ötürü büyük yolcu uçaklarınınkine benzer özel klima ve basınçlandırma sistemi bulundurmamaktadırlar.

Emniyetli ve verimli bir yolculuk ve konfor şartlarının oluşturulması ; bütün taşıtlar gibi hava taşıtları için de öncelikli iki amaçtır . Günümüz yolcu uçakları emniyet ve verimin sağlanması için ; hava olaylarının etkin olmadığı yüksek irtifaları tercih ederken , konfor şartlarının oluşturulması birinci derecede uçak klima sistemine düşmektedir.

İlk bölümde ; yüksek irtifaların oluşturduğu fiziksel koşullar ve bunun insanlar üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmamın ikinci bölümünde ; halen Türk Hava Yolları bünyesinde 14 adet bulunan ve başarı ile yolcu taşımacılığı yapan AIRBUS 310 tipi yolcu uçaklarının tanıtımı ve Klima Sisteminin incelemesini yaptım. Üçüncü bölümde ise uçağın maruz kaldığı şartlar ve uçağın yapısını değerlendirerek yaklaşık bir enerji dengesi hesabı ve uçak yerden en üst seviyeye çıkarken klima sisteminin çıkış hava sıcaklığının ve sistemin enerjisinin değişimi incelendi .

**TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

2. YÜKSEK İRTİFALARDAKİ FİZİKSEL KOŞULLAR , İNSANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE KONFOR ŞARTLARI

Konfor kavramına etki eden başlıca faktörler şöyle sıralanabilir : Basınç ve yükseklik ,sıcaklık, nem , kötü kokular , gürültü , oturma yerlerinin rahatlığı , vs.

Atmosferin üst seviyelerine çıkıldıkça, rüzgar, yağmur, kar gibi hava olayları gerçekleşmez. Bu özelliğinden dolayı , hava taşımacılığında ; hava olaylarının etkin olmadığı yüksek irtifalar uçuş yüksekliği olarak seçilir ve bütün bu lüks gibi görünen konfor faktörleri çoğu zaman hayati önem taşır hale gelir. Bu faktörlerin iyileştirilmesi ; yolcuya rahat ve huzurlu bir seyahat imkanı sunmanın gereği olduğu gibi gökyüzüne yaşamı sürdürmenin de şartıdır.

2.1 Basınç ve Yükseklik

Yüksek irtifada uçmak hızlı ve rahat uçuşun bir gereğidir. Fakat yükseklere çıkıldıkça hava basıncı düşer ve buna bağlı olarak havadaki oksijen miktarı azalır.

3000 metreden itibaren oksijen azlığı kendini göstermeye başlar. Bu yükseklikte nefes alan bir insan, her teneffüs edişte ciğerlerine yerde almış olduğu havanın ancak $\frac{3}{4}$ ' ü kadar hava doldurabilir ; bu sebeple yorgunluk ve dalgınlık hissetmeye başlar. Daha yükseklerde, düşünme ve iş yapabilme kabiliyetini yitirir. Ayrıca basınç düşmesinden dolayı mafsallarda ve kan dolaşımında bazı rahatsızlıklar görülebilir.

Basınç değişikliklerinin kulaklar üzerinde de olumsuz etkileri vardır. Kulak zarını basit bir mekanik diyafram gibi düşünelim. Bu diyafram moleküllerin hareketini hissedecek kadar hassastır. Bu diyaframın bir yüzündeki basınç değişiminin sonucu büyük hasarlar olabilir. Kulağımız doğabilecek dengesizliklere uyum sağlayacak yapıdadır ancak bu uyum sadece hava değişimleri esnasında veya küçük dağ yürüyüşlerinde mümkündür, gökyüzünde seyahatte değil.

Çizelge 2.1 Uluslar arası atmosfer standardı (ISA) .

ULUSLAR ARASI ATMOSFER STANDARDI (ISA)					
YÜKSEKLİK		SICAKLIK			BASINÇ
Feet	Metres	Kelvin	Celcius	Fahrenite	millibar
-1000	-304,8	290,13	17,13	62,83	1050,4
0	0,0	288,15	15,15	59,27	1013,2
1000	304,8	286,17	13,17	55,71	977,1
2000	609,6	284,19	11,19	52,14	942,1
3000	914,4	282,21	9,21	48,58	908,1
4000	1219,2	280,23	7,23	45,01	875,1
5000	1524,0	278,24	5,24	41,43	843
6000	1828,8	276,26	3,26	37,87	811,9
7000	2133,6	274,28	1,28	34,30	781,8
8000	2438,4	272,3	-0,7	30,74	752,6
9000	2743,2	270,32	-2,68	27,18	724,3
10000	3048,0	268,34	-4,66	23,61	696,8
15000	4572,0	258,43	-14,57	5,77	571,7
20000	6096,0	248,43	-24,57	-12,23	465,6
25000	7620,0	238,62	-34,38	-29,88	375,9
30000	9144,0	228,71	-44,29	-47,72	300,9
35000	10668,0	218,81	-54,19	-65,54	238,4
36000	10972,8	216,83	-56,17	-69,11	227,3
36090	11000,2	216,65	-56,35	-69,43	226,3
40000	12192,0	Bu noktadan 65.617 feet'e kadar			187,5
45000	13716,0	sıcaklık sabit kalır.			147,5
50000	15240,0				115,9
55000	16764,0				91,2
60000	18288,0				71,7
65000	19812,0				56,4

İşte bütün bu zararlarından ötürü , yüksek irtifada yaşamın sürdürülebilmesi için kabinde yani uçak içinde belli bir hava basıncının olması ihtiyaç duyulan en önemli faktördür.

Atmosferdeki Oksijen oranı yükseklik artsa bile yaklaşık %21 oranında sabit kalır. Fakat yükseklik arttıkça basınç düşer bu da ciğerler yolu ile kan dolaşımına Oksijen transferinin düşmesine neden olur. O halde uçak içerisinde deniz seviyesi şartlarına eşit bir ortam oluşturulmalıdır. Bu da kabin yüksekliği kavramını doğurur. Yani uçak yükselse bile , öyle bir iç ortam oluşturulmalıdır ki ; bu iç ortamda herhangi bir yükseklik değişimi hissedilmemelidir . Havacılıkta kabin yüksekliğini düşürmenin iki yöntemi vardır : Yeterli miktarda Oksijen sağlanması ve hava basıncının yükseltilmesi . Bu noktada KABİN BASINÇLANDIRMASI kavramı sözkonusu olur. Bunun anlamı uçağın bir balon gibi şişirilmesidir. Bu yüzden ticari uçaklarda, gövde yapısı yüksek iç basıncı karşılayacak şekilde dizayn edilmiştir. Arttırılan hava basıncı yada başka bir deyişle oksijen kısmi basıncının yükseltilmesi ile , kan dolaşımına ihtiyaç duyduğu oksijen miktarı sağlanmış olur. Uçağın şişirilmesi yani basınçlandırılması işlemi ; basınçlandırılmış kabinlerden şartlandırılmış havanın tahliye edilecek miktarının dışakış valfleri kullanılarak kontrol edilmesi ile olur.

Kabin yüksekliği oldukça önemli bir konu olduğu için havacılık otoriteleri mümkün olan maximum seviyeyi birzot belirlerler. Otoriteler havacılığın çeşitli dalları için çeşitli düzenlemelere sahiptir. Örneğin özel pilotlar oksijen kaynağı olmadan en fazla (10000 feet) 3048 m yüksekliğe kadar uçabilirler. Fakat dünya çapında, bilinen ticari uçaklar için kabin yüksekliği (8000 feet) 2438 m ile sınırlıdır ve bu yükseklik insanın herhangi bir cihaz kullanmadan normal nefes alabileceği yükseklik sınırıdır . Bu değer yolcular arasında sağlık durumlarındaki değişiklikler göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Uçağın yükselmesi ile kabin basınçlandırma sistemi devreye girer ve bu sayede , yolcu açısından , değişen kabin yüksekliklerine uyum sağlamak, alkol ve sigara tüketiminin artması haricinde önemli bir değişiklik yapmaz ve nefes alma oranında fark edilir değişiklik olmaz.

Çizelge 2.2 Muhtelif yüksekliklerdeki kısmi oksijen basıncı (N. Aybers).

YÜKSEKLİK	BASINÇ (Barometrik)	Atmosferdeki O ₂ kısmi basıncı	O ₂ ' nin azotlu O ₂ içeren hava içindeki yüzdesi
[metre]	[mm Hg]	[mm Hg]	%
0	760	159	20,8
1820	602	126	16,6
3040	506	106	15,3
4250	444	93	13,5
5500	380	80	11,8
6700	328	71	10,3
8500	253	53	8,4
9150	230	47	7,8

O halde iyi bir uçağın dizaynında öncelikle ; basınçlandırma işlemi yapılarak yeterli oksijen sağlanması ile basınç düşmesinin kötü sonuçları ortadan kaldırılırken ; ikinci amaç basınç değişimlerini minimize ederek kulak zarının zarar görmesini önlemektir.

Hava taşıtlarının basınçlandırılması prensibi ile uçakların uçuş yükseklikleri bir hayli yükseltilmiştir. Böylece hava hareketlerinin etkin olduğu bölgeden yukarı çıkılmak sureti ile uçuş daha muntazam, daha emniyetli ve daha konforlu şartlarda yapılabilmektedir. Yüksek irtifada uçuş ; fırtınalardan yağmur, yüksek dağlar gibi hallerden uzak, sarsıntısız ve rahat bir seyahat sağlar.

2.2 Sıcaklık

Konu ile ilgili bilgisi olmayan insanlara göre sıcaklık, insan sağlığı açısından basit bir konfordur. Sağlıklı bir ortam için vücudun ısısı önemli bir parametredir. Bu ısı bir çok alt sistemi düzenler.

İnsan doğası gereği belli sıcaklıkların üstünde ve altında yaşayamayacağı gibi , kapalı bir mahalde bulunan veya çalışan insanların da hastalanmaması için o mahalde sabit bir sıcaklığın muhafaza edilmesi gereklidir.

Sıcaklığın olumsuz etkileri olarak ; kılcal damarlarda genişleme ,nefes alıp verme oranında değişiklik, çok sıcakta terleme veya soğukta üşüme şeklinde görülebilir.

Uçak içine koltuğunda oturan bir yolcuya göre ısı kaynakları;

- Güneş radyasyonu,
- Klima sistemi tarafından verilen sıcak havanın ısısı,
- Çevredeki mobilya ve yapının ısısı,
- Yakınlarındaki diğer yolcuların ısısı, olarak sıralanabilir .

Klima sistemi dizayncısı , sabit kabin sıcaklığı elde edebilmek için parametrelerdeki ufak değişiklikleri bile göz önüne almak zorundadır. Bu parametreler;

- Dış hava sıcaklığı,
- Mobilyaların ve yapının ısı geçirgenlikleri,
- Farklı sınıfların oturma bölümlerindeki ısı yük değişiklikleridir .

Kapalı bir mahalden dışarı sıcaklık iki şekilde kaçar :

- Kontrolü ve hesabı pek mümkün olmayan ve çok iyi izolasyon yapılmış yerlerde bile olacak sızıntı ve kaçaklar.
- Konveksiyon yolu ile duvarlara geçen ısının , kondüksiyon yolu ile duvarı geçip buradan dış ortama gene konveksiyon yolu ile yayılması şeklinde.

Bu teknik parametreler kapsamında düzenlenen kabin sıcaklığı statik ve dinamik koşulların etkisi altındadır.

Durgun durumda: Kabine gönderilen havanın sabit sıcaklıkta kalabilmesi için ısısının kayıp ısıya eşit olması gereklidir . Uçakta asıl ısı kaynağı klima sisteminden başka , yolcuların

kendisidir. Her insan dinlenme esnasında 80 ila 100 watt ısı üretir. 300 yolcu kapasiteli bir uçağı düşünürsek ; bu ortamda yolculardan 25 kwatt değerindeki ısı yayılmaktadır. Öyleyse tam yolcu kapasitesi ile uçan bir uçağın klima sisteminin ancak ve ancak kabini soğutmaya çalıştığını düşünebiliriz .

Uçak düşük yolcu kapasitesine sahip olduğu zaman ; sabit sıcaklığı sağlamak amacı ile , kabin ısıtılabilir . Pek çok uçak birden fazla sınıfla (first, business, economy classes) uçar . Bu bölümlerin her birinde yolcu başına düşen alan farklıdır, dolayısıyla ısı yükü de değişkendir. Öyleyse, kabin boyunca bazı bölümler ısıtmaya ihtiyaç duyarken aynı anda başka bir bölümün soğutulması gerekebilir.

Dinamik durumda: Dinamik durumda sıcaklık düzenlemesinde üç konum rol oynar.

- Power-up yani uçağın maksimum güç harcadığı konumda kabin sıcaklığı rahat bir ortam elde edebilmek için soğuk iklimlerde arttırılıp, sıcak iklimlerde ise azaltılır. Uçağın maksimum güç harcadığı konumlar; uçağın tırmanış ve dalış durumları yani paket klima ünitelerinden maksimum performans istediği zamanlardır.
- Yolcuların uçak içinde hareket halinde bulunması önemli ölçüde ısı yükü oluşturur. El bagajlarının kaldırılıp indirilmesi, koltukta hareket etmek dinlenme halindeki kişi başına hesaplanan 80 kwatt ısının artışına neden olur.
- Üçüncü dinamik durum ise ; uçağın tırmanış ve dalış durumlarında dış sıcaklıktaki önemli ölçüdeki değişiktir. Bu değişim uçağın yapısının , döşeme ve mobilyaların sıcaklık değişimi olarak sisteme yansır.

Öyleyse, klima sistemi kabin içindeki farklı bölgelerde farklı sıcaklık derecelerine cevap verecek kapasitede olmalıdır.

Sıcaklıktan kaynaklanan rahatsızlıklar fizyolojik etkiler doğurabileceğinden optimum sıcaklık düzenlemesi önem kazanmakta ve uçağın bütün rutin bakımları yapılırken bu düzenlemeler gerçekleştirilmektedir. Bu düzenlemeler :

- Kabin sıcaklık sensörleri, kanallar,
- Dönüşüm filtreleri,
- Lavabo / mutfak hava çıkış sistemleri,
- Paket klima ünitelerinin ısı değiştirgeçlerinin temizliğinin yapılması veya yenilenmesi.

Bu belirgin işlemler haricinde kesin olan noktalar uçak bakım dokümanları (Maintenance Planning Document) 'nda listelenmiştir.

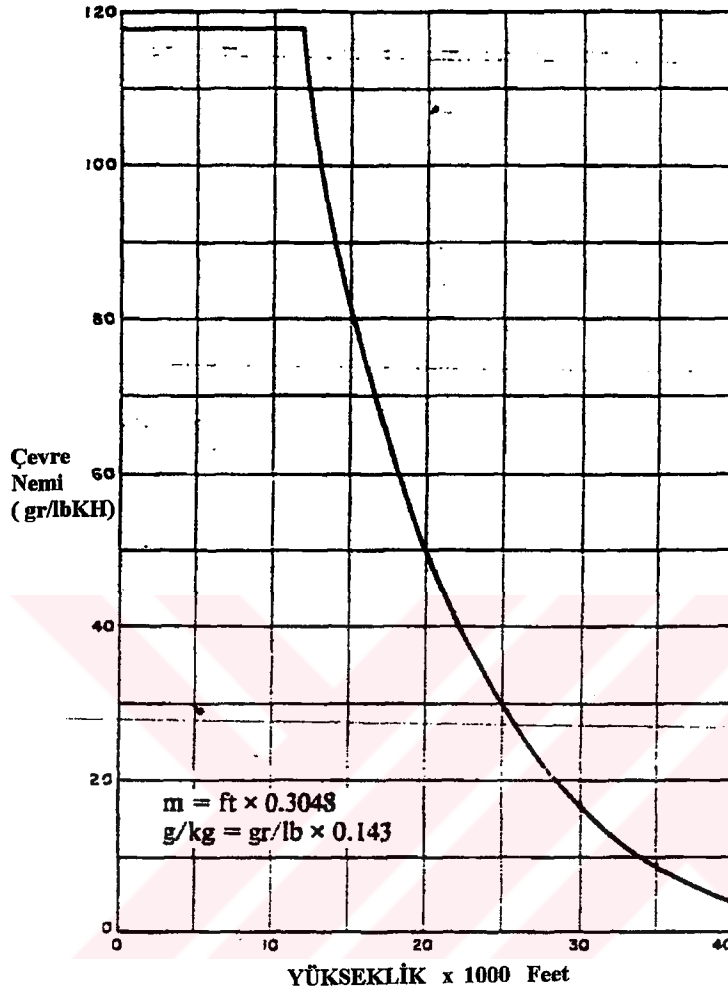
Öte yandan ; yüksek hızlarda , havanın gövde ve kanatlara sürtmesi sonucu sıcaklık artmaktadır. Bu sıcaklık artması hızın karesi ile orantılı olup ses hızında takriben 58 °C 'tır.

2.3 Nem

Uçağın maksimum uçuş yüksekliğinde , havanın bağıl nem seviyesi yeryüzünün en kuru parçasındaki neme eşit olur . Normal uçuş yüksekliğinde dış havadaki kuruluk ; göz, burun ve boğazda arzu edilmeyen sonuçlar doğurabilir ; insanlarda susuzluk hissi ile birlikte baş ağrısı şikayetleri olabilir . Aynı şekilde çok rutubetli hava da uçaktaki hassas kumanda aletlerini bozabilir.

Solunum esnasında nefes alıp verirken dışarı atılan hava ile vücut nem kaybederken kabinin nem seviyesinde de önemli ölçüde artış olur. İlginçtir ki; ortam havasının uçak içinde yeniden kullanıldığı düşünülürse kabin boş iken nem oranı %2 iken tam yolcu kapasitesinde bu oran %20 ' lere çıkar. Bütün uçaklarda durum böyledir.

Çizelge 2.3 Yükseklikle havadaki nem değişimi (ASHRAE, CHP 9).



Çizelge 2. 4 Çeşitli yüksekliklerde doymuş hava içindeki su miktarı (N. AYBERS).

YÜKSEKLİK	SICAKLIK	İZAFİ NEM	ÖZGÜL AĞIRLIK	gram su / kg Kuru Hava	gram su / litre Kuru Hava
metre	C		m ³ / kg	gram / Kg	gram / litre
0	15	1	0,81	10,6	13 * 10 ⁻³
1500	5,09	0,862	0,94	6,53	6,9 * 10 ⁻³
3000	-4,81	0,782	1,1	3,88	3,5 * 10 ⁻³
4500	-14,72	0,679	1,29	1,96	1,43 * 10 ⁻³
6000	-24,62	0,533	1,53	0,72	0,55 * 10 ⁻³
7500	-34,53	0,448	1,81	0,37	0,2 * 10 ⁻³

2.4 Hava Akımı Ve Miktarı

Mühendislere göre insan fazla havaya ihtiyaç duymaz. Oturan bir insanın ihtiyacı olan normal oksijen miktarı 6.8 litre/dakika (0.24 cubic feet per minute) ' dır.

AIRBUS uçaklarında kişi başına 566 litre/dakika (20 cfm) hava düşer . Bu oran olması gereken minimum oksijen miktarının 18 katından fazladır .

Her yolcuya düşecek hava miktarı yalnız oksijen ihtiyacı düşünülerek belirlenmemiştir , bunun yanında iki faktör daha konforun hazırlanmasında etkilidir; karbondioksitin bertaraf edilmesi gereği ve kabinin her yerinde homojen bir sıcaklık sağlanması ihtiyacıdır . Karbondioksit solunum sisteminin ürettiği bir gaz olarak ortam havasına karışırken, zararlı etkisi ancak havadaki oranı arttıkça ortaya çıkar . Bir diğer karbondioksit kaynağı ise uçak mutfaklarında (galley) yiyeceklerin soğutulması için kullanılan kuru buzdur . Dondurulmuş karbondioksit olan kuru buz buharlaşınca ortama karbondioksit gazı yayılmış olur . İşte bu iki sebepten artan karbondioksit oranının düşürülmesi , kabin içine olan hava akımının artırılması ile sağlanır.

Kabin havalandırmasının gerekliliğinin ikinci sebebi ise sıcaklık dağılımının sağlanması daha doğrusu şartlandırılmış havanın homojen dağılımının sağlanmasıdır .Belirli ortam sıcaklığında kalmanın yolu havanın sürekli devridaim yapılmasıdır . Fazla sıcak olmayan ama miktarı fazla olan hava az miktardaki sıcak hava kadar ısı taşıyabilir. Bu yüzden uçakta aşırı sıcaklıktan kaçmanın yolu çok fazla devridaim yapılmakta bulunmuştur.

Kabin havalandırması Airbus uçaklarında üç kademedeki kontrol edilmiştir; Normal, Yüksek ve Düşük / ekonomik konum (Normal,High ve Low / Economy) . İki paket klima ünitesinden biri çalışıyorsa ; “Düşük” konum seçilebilir. “Düşük” konumun seçilebileceği limitler yolcu sayısı ile sınırlıdır. Kişi başına 566 litre / dakika (20 cfm) hava düşecek olması şarttır.

Uçak “Yüksek (High)” konuma paket ünitelerden birinin çalışmaması durumunda otomatik olarak geçer. İki paket klima ünitesi çalışıyorsa ; seçim pilota aittir ama gene de bu değer pilotun el kitabında (FCOM) sıcaklık ve nem durumuna göre belirtilmiştir.

Sonuç olarak normal konumda yolcu kabini için hava tedarikinde minimum limit yoktur . Ancak soğutma ünitelerinden biri çalışmıyorsa veya arızalı ise havacılık otoriteleri (JAA : Joint Aviation Authority) buna standart vermiştir: Uçak irtifası 12 497 metre (41000 feet) ‘de iken yolcu (uçuş personeli dahil) başına minimum 0.4 libre / dakika düşmelidir ; bu da yaklaşık 7.3 cfm ya da 198 litre/dakika ‘ya eşittir.

2.5 Hava Kalitesi

Atmosfer belli konsantrasyondaki gazların homojen bir karışımıdır. Havanın %78 ‘i Nitrojen, %21’ i Oksijen, %1’ i ise inert gazlar ve Karbondioksit’tir.Bu oran kabin içinde belli hacimde aşağıdaki etkilerle değişebilir :

Karbondioksit (CO₂) : Uçak içinde bulunanların solunumu sonucuyla ve yiyeceklerin soğutulması için kullanılan kuru buzun yani aşırı soğutulmuş karbondioksitin buharlaşması ile oluşur. Karbondioksit seviyesinin yükselmesi, ciğerlerdeki nefes alıp verme oranını arttırır, suni olarak oluşan bu yüksek konsantrasyon, hipertansiyona ve baygınlığa sebep olabilir.

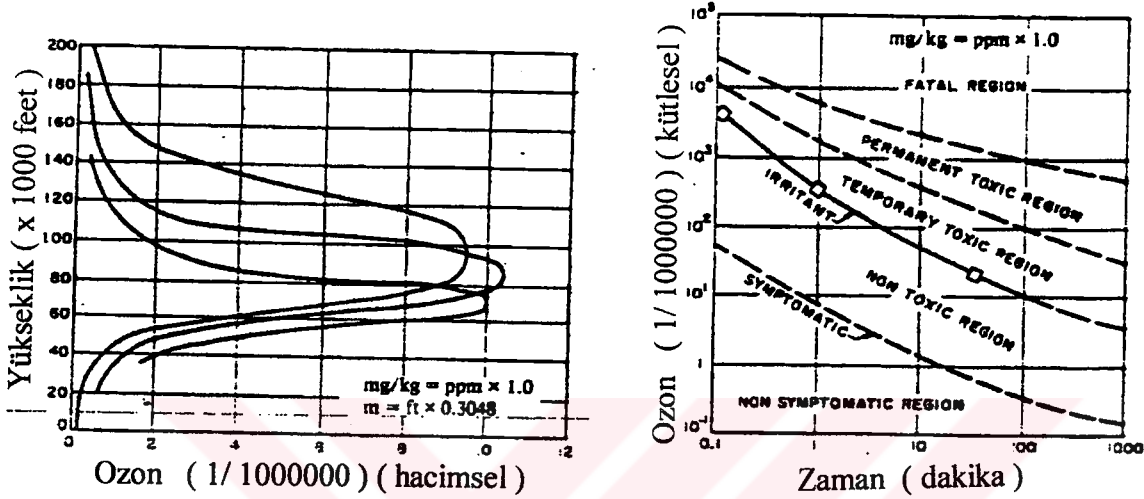
Armstrong’ a göre istirahatte olan bir insanın çıkardığı CO₂ miktarı 0.19 litre / dak. iken yürüyen (3.2 km/h) bir insandan kaynaklanan CO₂ miktarı 0.62 litre / dak.

Karbonmonoksit (CO) : Bu gaz yanma ürünüdür. Sadece kabin içinde sigara içilmesinin doğurduğu bir sonuçtur. CO kokmayan bir gazdır ve yeterli seviyeye ulaşırsa zehirleyici olur.

Ozon (O₃) : Üç oksijen atomunun birleşmesinden oluşan bu molekül, atmosferin üst seviyelerinde, daha çok kutuplarda doğal olarak bulunur. Ozon gazının diğerlerinden farklı

özel bir kokusu vardır ve kolaylıkla fark edilebilir. Yüksek konsantrasyonu gözü ve boğazı tahriş eder, kızarıklık ve kaşıntıya neden olur.

Çizelge 2.5 Atmosferik ozon konsantrasyonu eğrisi (ASHRAE, CHP.9) .



Aerosol (Diğer katı ve sıvı kirleticiler) : Bunlar yanma ürünleridir. Yerde bunları; taşıtların egzost gazları, fabrika dumanları, orman yangınları sonucu oluşan gazlar ifade eder. Uçakta ise başlıca oluşum sebebi sigaradır. Ayrıca doğal kaynak olarak volkanik patlamalarla atmosferin üst seviyelerine gelen kül ve dumanlar da kirleticiler arasındadır .

Toz : Kabinde göz önüne alınan tozun kaynağı her evde veya çevrede olabilecek tozla aynıdır . Bunlar ; elbiselerden ve mobilyalardan yayılan fiberler, saçlar, kepekler.....

Bunlardan kurtulmanın iki yolu vardır; havanın sürekli olarak taze ve temiz hava ile yer değiştirilmesi ve filtre edilmesidir.

Havanın değişim oranları daha önceden verildi . Uçak içindeki kullanım havasının bir kısmı tekrar kabin içine verilecekse ; yeniden kullanım havası filtre edilir. Yüksek etkili filtreler ile duman ve bakteriler tutulur. Böylece koku ve dumanlar ancak ortaya çıktığı an hissedebilir.

Hava kalitesi öncelikle uçak sertifikası için, daha sonra ise servislerde uçak bakımı yapılırken ölçülür. Bu ölçümlerle uçuşa elverişlilik şartları iyileştirilmiş olup bununla birlikte uçak yerde iken dışarıdaki havadan daha temiz bir hava elde edilmiş olur. Sigara içilmeyen bölümlerde ise hastanelerin ameliyat odalarındaki havanın kalitesine denk hava elde edilir.



**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

3. AIRBUS 310 TİPİ YOLCU UÇAĞININ GENEL TANITIMI

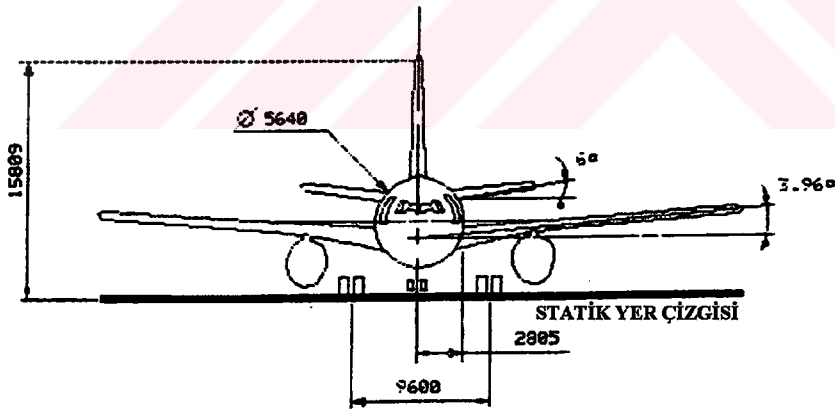
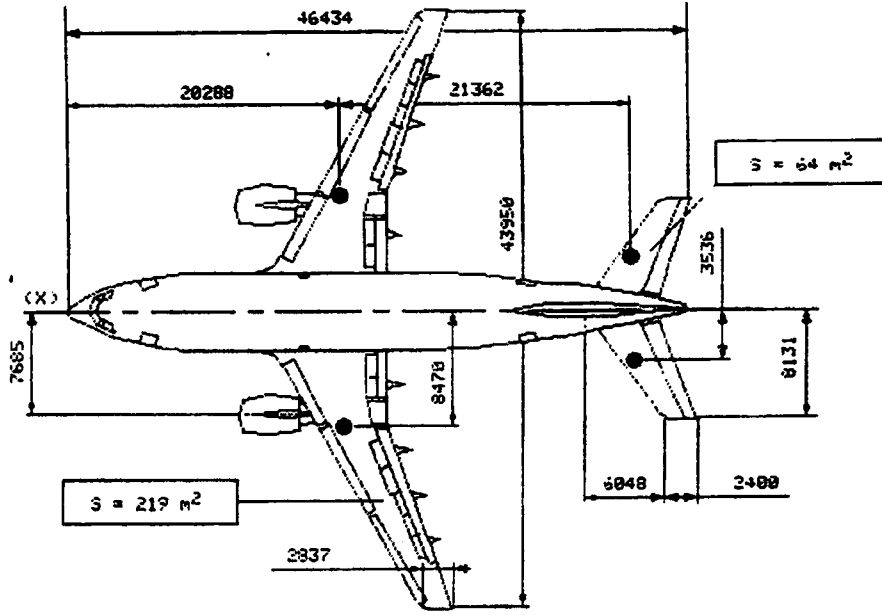
Airbus 310 uçakları orta ve uzun menzilli ve geniş gövdeli bir uçaktır . Yüksek by-pass oranlı , turbo fan , kanat altı taşıyıcısına bağlı iki motoru vardır .

Gövde dairesel kesitlidir . Uçağın gövdesi ; burun konisi , kuyruk , iniş takım yuvaları ve air condition kompartımanı hariç baştan başa basınçlıdır.

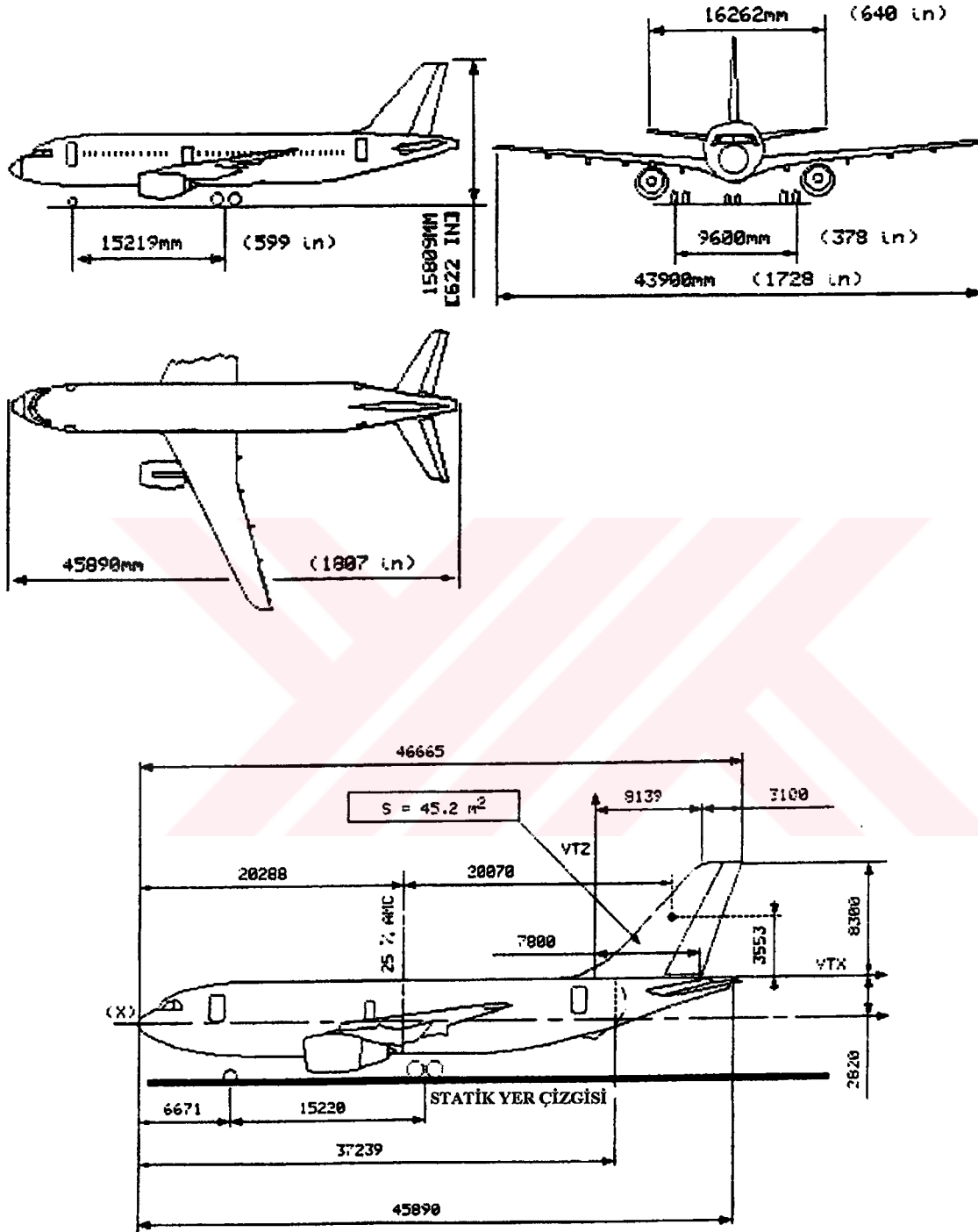
Uçuş kompartımanı iki kişiliktir . Uçak üç açılır-kapanır tip iniş takımı ile donatılmıştır. Bunların ikisi ana iniş takımlarıdır ve kanat kök bölgesine üçüncüsü ise burun iniş takımıdır ve buruna yerleştirilmiştir .

Uçağın ana ölçüleri şunlardır :

- Uzunluk : 45 890 mm
- Yükseklik : 15 809 mm
- İki ana iniş takımı arası uzaklık : 9 600 mm
- İniş takımlarının birbirinden uzaklıkları : 15 219 mm
- İki kanat ucu arasındaki uzaklık : 43 900 mm
- Basınçlı bölme uzunluğu : 37 239 mm
- Gövde çapı : 5 640 mm



Şekil 3.1 Uçağın ana ölçüleri (1998 , A 310 Genel Uçak Bilgisi)



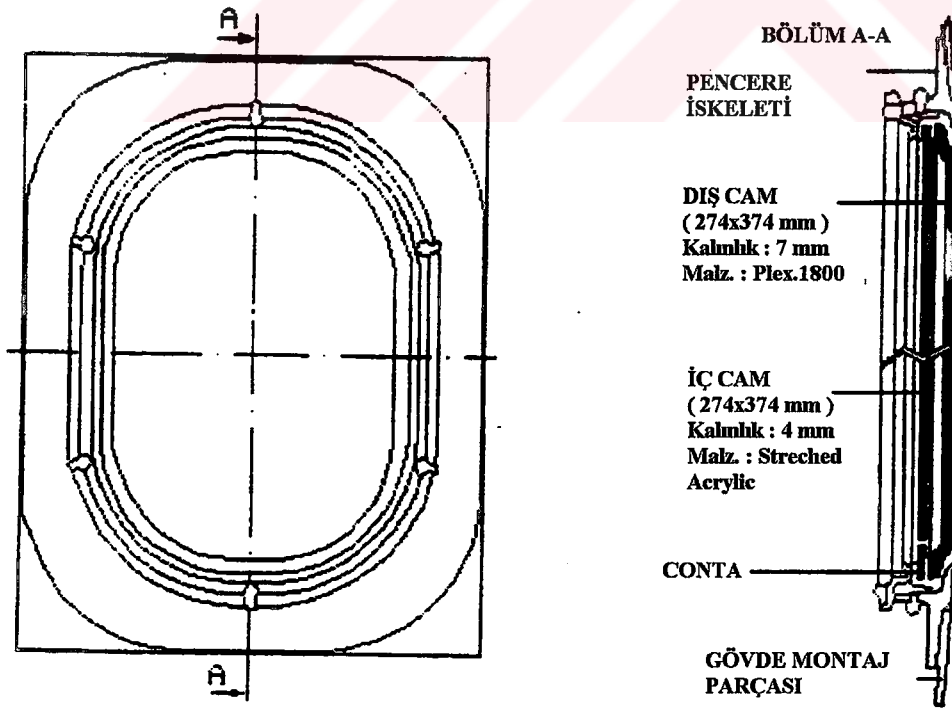
Şekil 3.1 Uçağın ana ölçüleri (1998 , A 310 Genel Uçak Bilgisi)

A310 uçağı altı Avrupa ülkesinin ortak ürünüdür . Uçağın çeşitli parçaları ilgili ülkeler tarafından imal edilip , Fransa ' nın Toulouse kentinde uçuş testlerinin yapıldığı merkezde bir araya getirilir .

Gövde dokuz kısma ayrılmıştır . Bu kısımlar numaralar ile tanıtılır . Kısımların sekizi uçağın basınçlı bölmeleridir . Gövde burun , ön gövde , orta gövde , arka gövde , kuyruk gövde , kanatlar ve kuyruğun üst kısmında bulunan stabilize.

Pilot kabini (Uçuş kompartımanı) ön camları minimum kapalı alan ile maksimum görüş sağlayabilecek bir tarzda ve kuş çarpmalarına karşı koyabilecek kapasitede yapılmıştır . Bundan başka camlar buzlanma , yağmur ve buğulanmaya karşı da korunurlar .

Bütün kabin pencereleri birbirinin aynıdır . Gövdeyi kapatan yüzey panelleri üzerine , dövülerek meydana getirilen kafeslerin perçinlenmesiyle oluşturulan flanşlara takılmışlardır .



Şekil 3.2 Kabin camları (A310 Genel Uçak Bilgisi ,1998)

Uçağın iskeletini oluşturan ana taşıyıcılar 7075 Alüminyum Alaşım malzemedendir , gövdeyi saran paneller 2024 Alüminyum Alaşım malzemedendir yapılmıştır . Bunun yanında kompozit malzemeler de uçak yapısını oluştururlar . Uçakta hava filelerine karşı dayanıklılığın fazla olması istenen birincil bölgelerde Carbon Fibre Reinforced Plastik , ikincil bölgelerde ise Aramide Fibre Reinforced Plastik ve Glas Fibre Reinforced Plastik malzemeleri kullanılmıştır

Ek olarak , uçağın bazı karakteristikleri ise şöyle sıralanabilir :

Maksimum uçuş yüksekliği	=	12192 metre (41000 feet)
Maksimum uçuş hızı	=	860 km / saat
Maksimum yolcu sayısı	=	265 kişi
Maksimum kalkış ağırlığı	=	142000 kg
Maksimum iniş ağırlığı	=	121000 kg
Maksimum bagaj ağırlığı	=	24970 kg
Maksimum yakıt kapasitesi	=	44080 kg
Maksimum yakıtsız ağırlık	=	111500 kg

4. PNÖMATİK SİSTEM

Uçak içinde, aşağıda belirtilen kullanıcılara düzenli basınçta hava temin eden sistemdir.

Bu kullanıcılar :

- Klima ve basınçlandırma sistemi,
- Hidrolik tankları basınçlandırma sistemi,
- Su tankı basınçlandırma sistemi,
- Kanat buzlanma koruması,
- Motor ilk çalıştırma sistemi,
- Motor itme gücü çeviricileri.

Pnömatik sistemin hava kaynakları ise :

- Uçağın motorları ,
- Uçak kuyruk kısmında bulunan ve düşük irtifada uçağa hava temin edebilen Yardımcı Güç Kaynağı (APU : auxiliary power unit),
- Uçak yerde iken kullanılacak hava kaynakları.

Pnömatik sistem için gerekli olan hava normal koşullarda iki ana motorun kompresör kademelerinden iki ayrı istasyondan sağlanır.

Motordan çekilen havanın sıcaklık ve basınç kontrolü yapıldıktan sonra kanatlardan başlayarak pnömatik manifoldun bulunduğu klima kompartımanı merkezine kadar uzanan kanallara gönderilir.

Pnömatik manifold , iki paket klima ünitesine uzanan iki kola ayrılır. Manifoldun merkezinde 'ayırma valfi ' bulunur.

Düşük yüksekliklerde ve uçak yerde iken uçak üzerinde bulunan yardımcı güç kaynağı 'APU ' (Auxiliary Power Unit) kullanılır. APU gövde içinde , basınçlandırılmış arka bölmenin arkasında yer alır. APU hava kaynağı pnömatik manifoldun motor 1 (eng.1) kolundan girer ve bütün kullanıcı sistemleri çalıştırabilir.

APU , elektriksel güç jeneratörüne mil gücü sağlar ve pnömatik manifold için düşük yüksekliklerde ve uçak yerde iken kullanılmak üzere sıkıştırılmış hava temin eder. Hava APU ' nun iki rotorlu kompresöründen değişik rotor hızlarında elde edilir.

Yer pnömatik güç kaynağı ise uçak yerde ve motorlar çalışmıyorken , gerektiğinde uçak dışından bir kaynaktan hava elde edilmesini sağlar. Bağlantısı bir nipel ve bir check valf üzerinden birinci bransmana yapılmıştır.

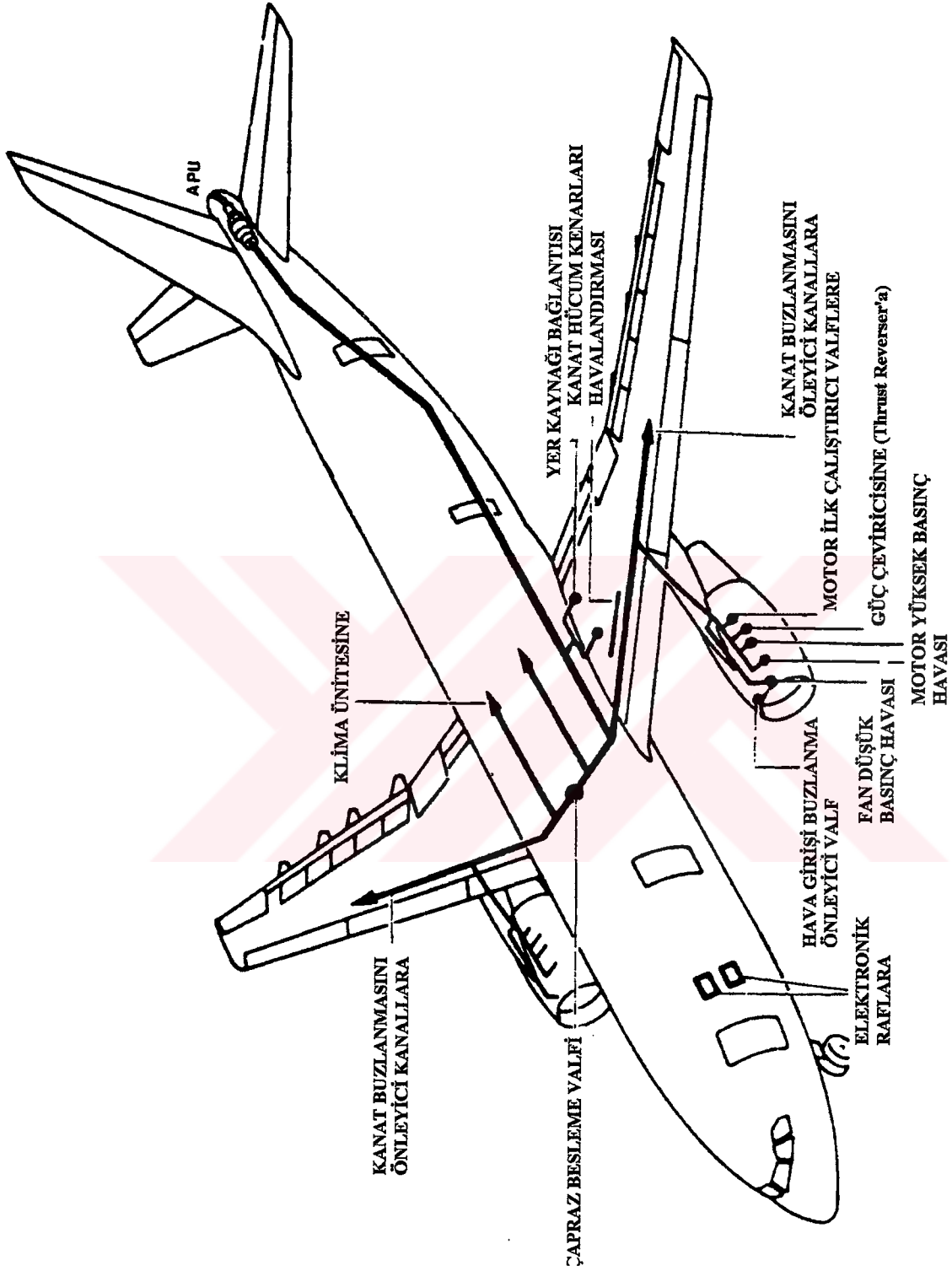
Pinömtik manifolddan ayrılan hava aşağıdaki pek çok çeşitte noktaya ulaşarak hava ihtiyacını giderir.

- Kabin havalandırma , hava şartlandırma ve basınçlandırma.
- Kanat buzlanma koruması.
- Kargo kompartımanı ısıtılması.
- Motor ilk çalıştırma.
- Motor itme gücünü ters çevirme sistemi.

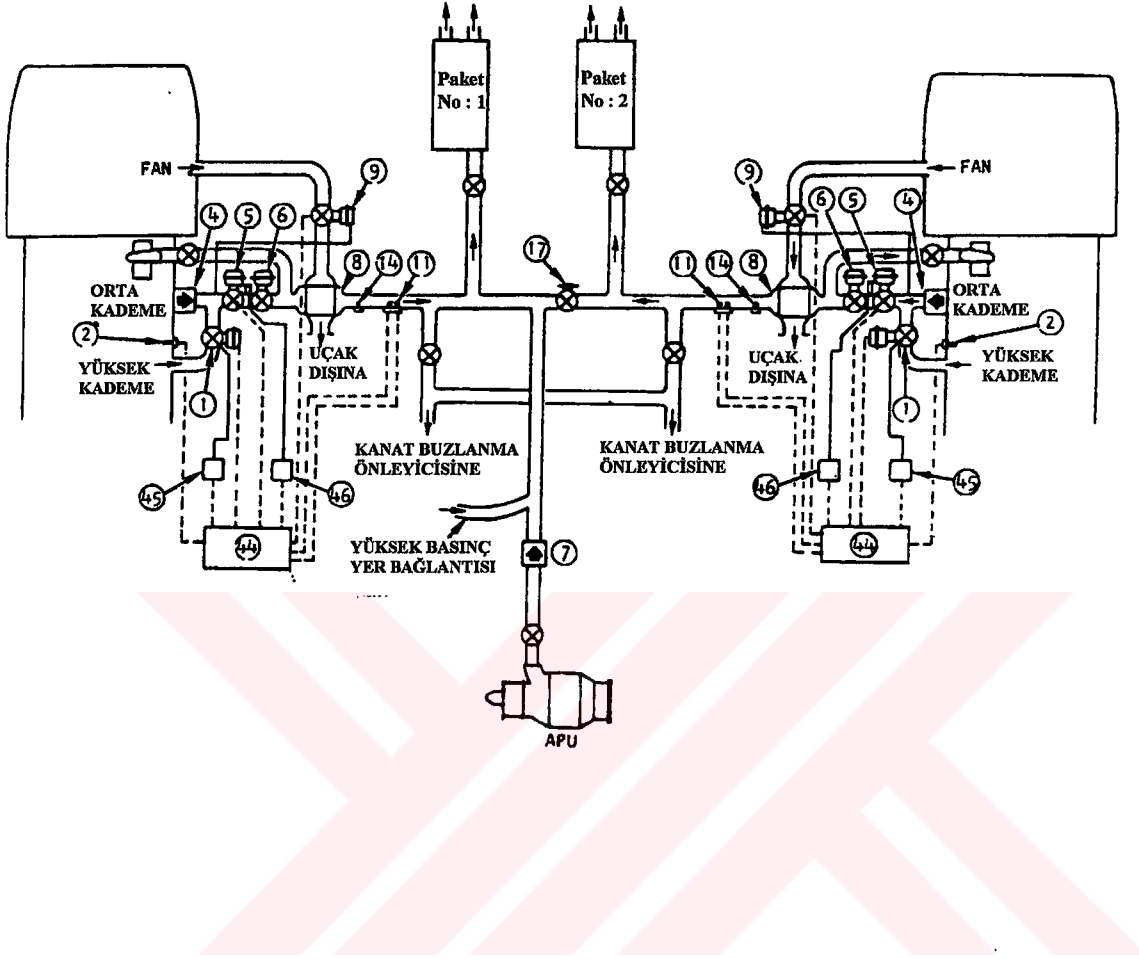
Pilot kabininde bulunan göstergeler devamlı olarak manifoldun her iki kanalındaki sıcaklık ve basınç değerlerini gösterir. Arıza ve uyarı ışıklarında sistemin yönetilmesi ve görüntülenmesine yardımcı olurlar.

Her iki motorda da hava, motorun düşük kademe adı verilen sekizinci kompresör kademesinden çekilir ve check valf üzerinden pnömatik kanala akar. Hava ayrıca yüksek kademe olan ondördüncü kompresör kademesinden pnömatik çalışan kapama valfi üzerinden alınabilir.

Pilot kabininde bulunan pnömatik kaynak kontrol switchi ; yüksek (HIGH), otomatik (AUTO), kapalı (CLOSE) olmak üzere üç konumludur. Otomatik konumda valf sistemin istediği kadar hava geçirirken yüksek konumda 393 °C sıcaklık limiti vardır. Yüksek kademedan alınan hava sıcaklığı 393 °C ve basıncı 73 psig ' i geçince kontrolör valfi kapatır.



Şekil 4. 1 Uçak pnömatrik sistem şeması (Airesearch Study Guide).



- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Yüksek basınç kontrol valfi. | 9. Hava fan valfi. |
| 2. Yüksek kademe sıcaklık sensörü. | 11. Pin.sis. sıcaklık kontrol sensörü . |
| 3. Yüksek kademe sıcaklık kontrolörü. | 14. Sıcaklık sensör indikatörü. |
| 4. Düşük basınç çek valfi. | 17. Pin.sis. ayırma valfi. |
| 5. Pin.basınç regülatör valfi. | 44. Pin.sis. kontrolörü. |
| 6. Aşırı basınç valfi. | 45. Yüksek kademe basınç sensörü. |
| 7. APU çek valf. | 46. Regülatör basınç sensörü. |
| 8. Ön soğutucu. | |

Şekil 4. 2 Pnömatik sistem elemanları (Airesearch Study guide).

Pnömatik kaynak kontrol switchi otomatik (AUTO) konumda iken, ki bu normal çalışma pozisyonudur , 14. Kademe basıncı 12 psig ile 85 psig arasında ise yüksek basınç valfi açılır. Yüksek basınç valfi açılınca , kanaldaki yüksek basınç düşük kademe check valfini kapalı tutar.

Yüksek ve düşük kademe kanallarının kesiştiği bölgenin ilerisinde bulunan basınç regülatörü basıncı maksimum 46 psig ' e limitler. Pnömatik basınç regülatörü bir selenoid ile kontrol edilir. Selenoid enerjisiz kaldığında valf açık konuma gelir. Bu uygulama herhangi elektrik kesintisi olması halinde kanallardaki havanın azalmasını önlemek üzere dizayn edilmiştir.

Regülatör çıkışındaki basınç düşümü girişindeki değerden 0.6 psi dan fazla olması halinde valfle bağlantılı bir ters akım valfi kapalı konuma geçirir. Bu şekilde pnömatik manifold ile motor kanalı otomatik olarak ayrılmış olur.

Aşırı basınç koruması görevi; basınç regülatör valfi ile ön soğutucu arasındaki valf ile sağlanır. Bu valf regülatör valfi ile arasındaki kanalda bulunan basınç yardımı ile pnömatik olarak çalışan bir kapama valfidir. Yay yükü ile açılıp kapanır ve kanaldaki basınç değerinin 85 psig den fazla olmasını engeller.

Ön soğutucu havadan havaya ısı transferi yapan bir ısı değiştirgecidir ; motorun fan kanalından aldığı havayı kullanarak pnömatik sistem havasını 176 ° C ' a kadar soğutur. Fandan gelen hava pinömtik çalışan fan havası valfi tarafından kontrol edilir. Ön soğutucudan çıkan soğutma havası dış ortama atılır. Kullanım havası ise dağıtılmak üzere pnömatik manifolda girer.

Ön soğutucu çıkışındaki sıcaklık değeri 254 °C ' ı geçince sensörler üzerinden kontrolöre oradan da pilot kabinine yüksek sıcaklık ikazı gider.

5. KLİMA SİSTEMİ

Uçaklarda klima sistemi , uçak içindeki ortamı arzu edilen basınç , sıcaklık ve ferahlık seviyesinde sabit tutmak için dizayn edilmiştir. Normal koşullarda hava ihtiyacı uçak pnömatik sistemi yardımı ile motorunun kompresör kademesinden , APU denen yardımcı güç kaynağından veya uçak yerde bulunuyorsa herhangi bir güç kaynağından elde edilir. Motordan alınan bu sıcak hava soğutulur , şartlandırılır ve kompartımanlara gönderilir, ardından otomatik basınç regülatör valfleri ile ortamdan alınır.

Motordan alınan sıcak hava kanallar vasıtası ile paket klima ünitelerine yönlendirilir. Bu üniteler sıcak havanın içine girip soğutulmuş olarak çıktığı paket sistemler olarak tanımlanabilir. Ünitelerden, soğutulmuş olarak çıkan hava, soğuk hava manifolduna gelir. Bu arada motordan çekilen sıcak havanın bir kısmı da herhangi bir işleme uğratılmadan daha sonra kullanılmak üzere sıcak hava manifolduna gönderilir. Kabinlere gönderilecek olan kullanım havası doğrudan motordan gelen bu sıcak hava ile paket ünitelerden gelen soğuk havanın karıştırılmasından elde edilir.

5.1 Paket Klima Üniteleri

Klima sisteminin bir alt sistemini oluşturan paket klima üniteleri yada soğutma paketleri, pnömatik sistemden sağlanan havayı, kullanılacağı kabinler için uygun nem ve sıcaklık değerine şartlandırma işlemini yaparlar. Uçakta iki adet olan paket üniteler birbirine fonksiyon olarak denktir, otomatik ve birbirinden bağımsız olarak çalışırlar. Üniteler paket1 ve paket2 olarak adlandırılır ve klima kompartımanının merkezinde bulunurlar. Her bir ünite sırasıyla şunları içerir ; paket ünite kapama valfi , akış kontrol valfi , soğutma ünitesi (kompresör,türbin,fan,ısı değiştirgeci,buzlanma önleyici valf, by-pas valfler), sıcaklık kontrol valfi (türbin by-pass valfi), seperatör, soğutma havası

Her iki ünite de, hava akış kontrol valfinden kompresöre gelir, burada daha yüksek sıcaklık ve basınca çıkartıldıktan sonra ısı değiştirgecine girerek , dış ortam havası ile bir miktar soğuyup enerjisinin büyük çoğunluğunu bıraktığı türbine girer. Türbin kanatlarını

döndüren güç aynı şaft üzerinde bulunan kompresör ve fan kademelerinin de dönmesini sağlar. Türbinde ilerlerken sıcak havadan ayrılan ısı enerjisi ile havanın sıcaklığı dış ortam sıcaklığının bile altına düşmektedir.

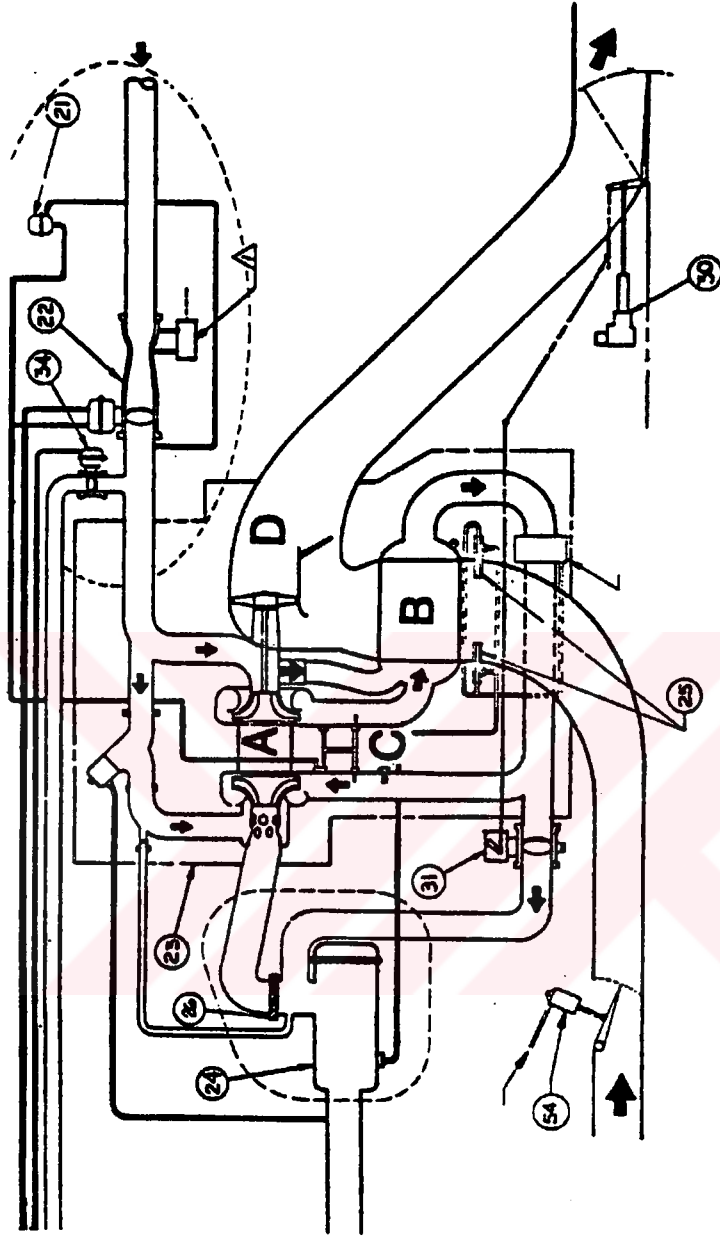
Türbinden ayrılan havanın içindeki su buharı , soğumadan dolayı yoğunlaşır ve sıvı formunu alır. Bu sıvının yüzde sekseni seperatorde damlacık halde iken tutulurken geri kalanı atalet kuvvutleri prensibine göre ayrıştırılır.

Türbin çıkış havası sıcaklığı '0 ° C' veya çığ noktası değeri altına düştüğü anda hava içinde buz kristalleri oluşur. Buzlanma sebebiyle seperatörün ,dolayısı ile hava akışının kapanmasını önlemek üzere , sistem buzlanmayı önleyici kontrol sistemleri içerir. Tel örgüden bir perde , türbin çıkışı ile seperatör girişi arasına yerleştirilmiştir; perde üzerinden geçen havada buzlanma olması halinde perdenin arka yüzünde basınç düşümü doğar, bu basınç farkı kompresör girişinde bulunan by-pas valfin açılmasına neden olur valften yön bulan sıcak hava doğrudan , hiçbir işleme uğramadan türbin çıkışına gelir ve soğuk havaya karışır. Böylece türbin çıkış havası sıcaklığı yükselir ve buzlanma önlenerek perdenin iki yüzündeki basınç eşitlenir.

Seperatörün havadan ayrıştırdığı su kanalize edilerek ısı değiştirgeci soğutma havası girişine püskürtülür. Burada buharlaşan su, havanın önemli ölçüde soğumasına , dolayısı ile değiştirgeç dizayn boyutlarının ve ağırlığın düşük olmasına imkan verir.

Isı değiştirgecine suyun püskürtülmesi enjektörlerle sağlanır; değiştirgece giren havanın çok az miktarı ince bir kanalla enjektöre gelir ve beraberinde suyu da vakumlayarak değiştirgecin taze hava girişine püskürtür.

Taze hava ya da dış ortam havası değiştirgeçten geçerken kullanılacak olan sıcak havayı soğutur ve dışarı atılır.



- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 20. Paket ünite kapama valfi | 25. Su enjektörü |
| 22. Akış kontrol valfi | 26. Buzlanma önleyici ağ |
| 23A.Hava çevrim ünitesi | 30. Türbin by-pas valf çalıştırıcısı |
| 23B.Isı değiştirgeci | 31. Türbin by-pas valf |
| 23C.Türbin girişi sensör indikatörü | 34. Hava basıncı ayar valfi |
| 23D.Taze hava odası | 54. Taze hava girişi çalıştırıcısı |
| 24. Seperatör | |

Şekil 5.1a Klima sistemi elemanları (Airesearch Study Guide).

Uçak yerde iken ve taze hava basıncı söz konusu değilken ,ısı değiştirgecinin ihtiyacı olan tüm havayı fan sağlar, bu esnada fan karşısında doğan hava akımı by-pas çek valfini kapalı tutar.

Paket üniteden ayrılan hava uçak içindeki ; pilot kabini ve üç yolcu bölgesinden oluşan dört adet şartlandırılacak hacme gönderilmek üzere soğuk hava manifolduna gelirken şu düzenlemeler yapılır :

Her dört bölge için olması istenen ortam sıcaklığı bilgileri, ortamın gerçek sıcaklığı ve bölgelere gönderilen havanın ortama giriş sıcaklığı bilgileri,her bölgenin bölge kontrolörüne elektriksel sinyal olarak bildirilir ve bu bilgiler değerlendirilerek hava ayar valfine emir gönderilip, sıcak hava ve soğuk havanın karışımı dolayısıyla bölgelere girecek havanın sıcaklığı belirlenir.

Ayrıca şartlandırılmış havanın ortama giriş sıcaklık değeri,ve her bölge için olması istenen ortam sıcaklığı bilgileri, paket ünitelerin sıcaklık istek kontrolörlerine elektriksel sinyal olarak bildirilir ve bu bilgiler değerlendirilerek en düşük sıcaklık isteği olan bölgeye göre paket klima ünitesi çıkış sıcaklığı belirlenir.

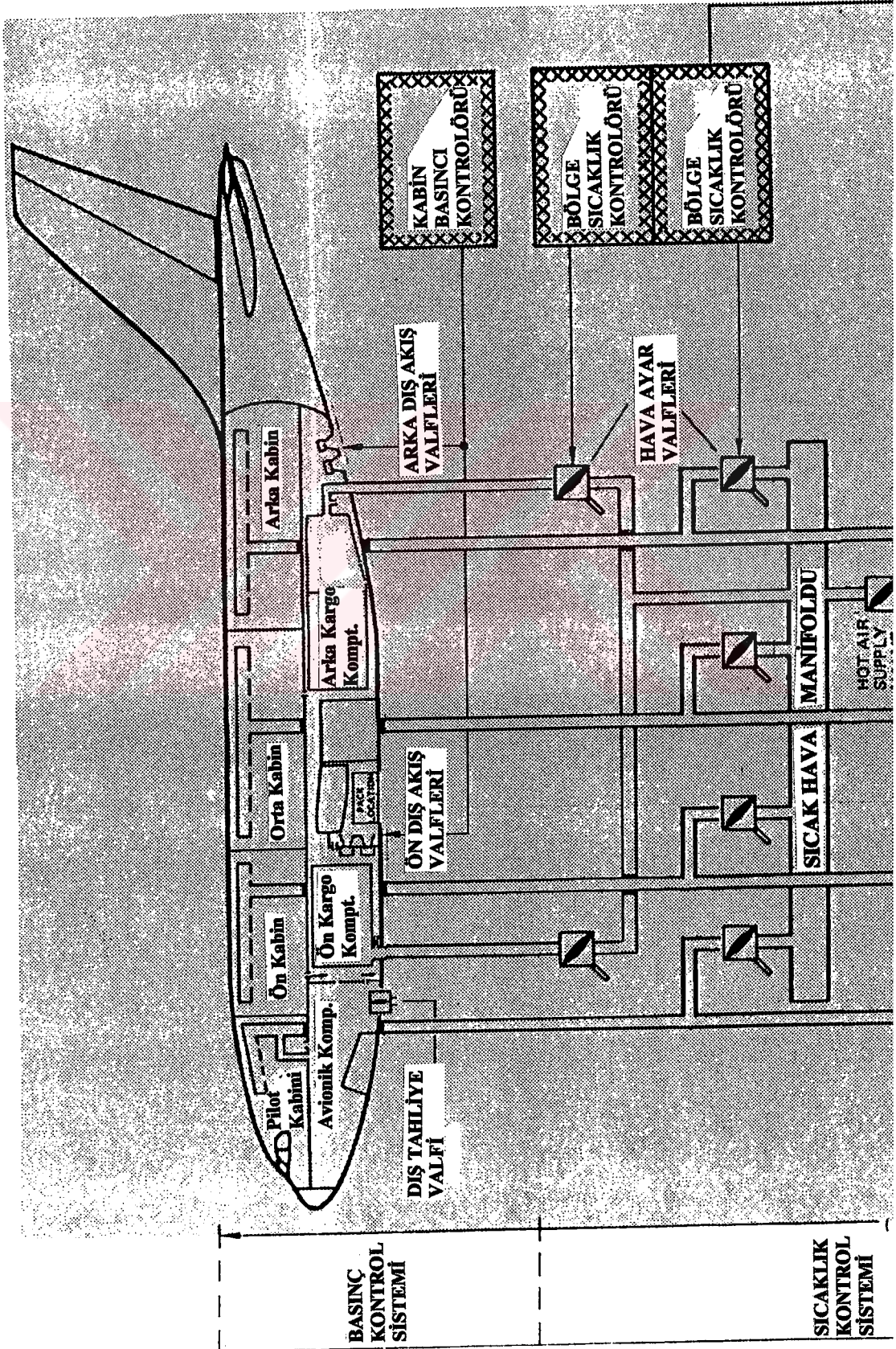
Sistemdeki aşırı sıcak ve aşırı soğuk sıcaklık değerleri, sıcaklık kontrolü yapılarak önlenmektedir. Nominal en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri 63 °C ve -7 °C 'tır. İlave bir korumayı ise her bir bölge kanalında bulunan termal switchler sağlar. Bunlar, sıcaklık 88 °C 'a ulaşınca basınç ayar regülatörlerini kapatarak sistemi korurlar.

Sistemin soğutma ve ısıtma kapasitesi türbin by-pas valfi ve soğutma havası çıkış kapısına kumanda edilerek kontrol edilebilir. Maksimum soğutma için by-pas valf kapatılır ve dışarıdan alınan soğutma havası çıkış kapısı tamamen açılır. Sıcaklığı arttırmak için ise by-pas valf açılırken çıkış kapısı kapatılır, böylece türbin girişindeki havanın bir kısmı by-pas olarak soğuk havaya karışır. Ancak türbin çıkışından hava çekilmesi; türbin gücünü düşürür dolayısı ile kompresör çıkış basıncı ve sıcaklık düşer , türbin güç kaybederken soğutma kapasitesi düşer ve aynı zamanda fan dönüşü yavaşlayacağından ısı değiştirgeci ısı

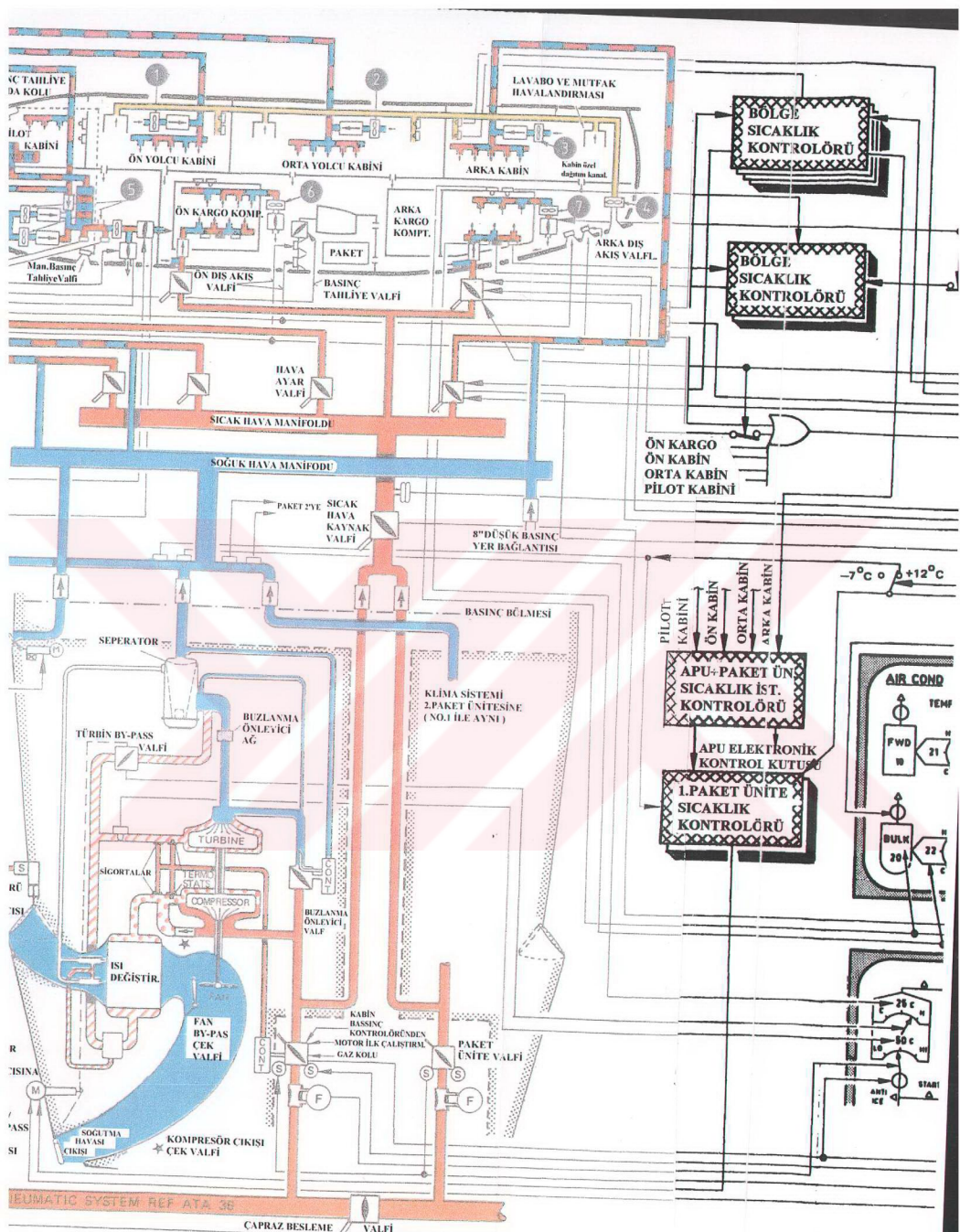
transfer kapasitesi de düşer.... Bütün bu problemlere neden olmamak için türbin by-pas valfin ve hava çıkış kapısının çalışması aynı elektrikli çalıştırıcıya bağlanmış biri açılırken diğerinin otomatik olarak kapanması sağlanmıştır.

Türbin ve ısı değiştirgeci girişleri (aynı zamanda kompresör çıkışı) nde aşırı ısınmayı önlemek üzere duyar elmanlar, termostatlar kullanılmaktadır ; bunlar akış kontrol valfi ile pnömatik bağlantılı olup, hava akışına etki ederler. Kompresör çıkış sıcaklığı 282 °C' a ulaşınca kompresör çıkışı pnömatik termostatu hava akışını azaltır. Şayet sıcaklık 299 °C' a çıkarsa termostat hava kaynağını tamamen keser. Türbin girişindeki sıcaklık değeri türbin girişi sıcaklık gösterge sensörü (Şekil 5.2) tarafından 104-107 °C olarak hissedildiği anda ; türbin girişi pnömatik termostatu hava akışını keser. Sıcaklık normale döndüğünde ise akış kontrol valfi normal akış kontrolünü yapmak üzere otomatik olarak açılır ve hava akışını sağlar. Ancak akış kontrol valfinin kapanması çevrim gücünü düşüreceğinden bahsedilen yerlerdeki sıcaklıklar ortalama (Türbin girişi:104-107 °C ; Kompresör çıkışı 282 °C – 299 °C) değerlerde tutulur. Şayet termostatlar arızalı ise ve kompresör çıkış sıcaklığı 304 °C veya türbin giriş sıcaklığı 135 °C olursa ilgili yerlerde bulunan sigortalar eriyerek akış kontrol valfini geri dönüşümsüz olarak kapalı konuma getirir, bu durumda paket ünite kullanım dışı kalır.

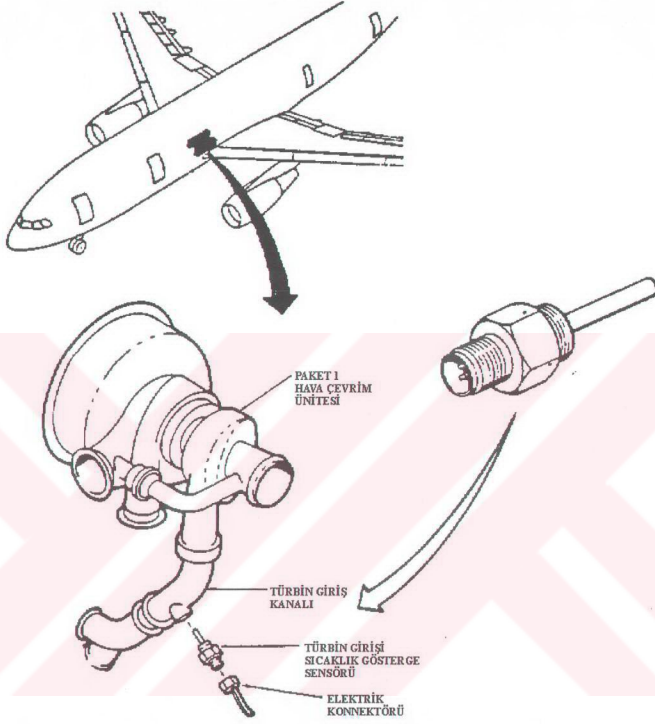
Aşağıda uçak klima sistemi şematığı ve sistem elemanları ile sisteme kumanda eden ve pilot kabinin de bulunan ayar ve göstergeler yer almaktadır (Şekil 5.1b , 5.1c).



Şekil 5. 1b Klima sistemi genel şeması (Lufthansa tr.).

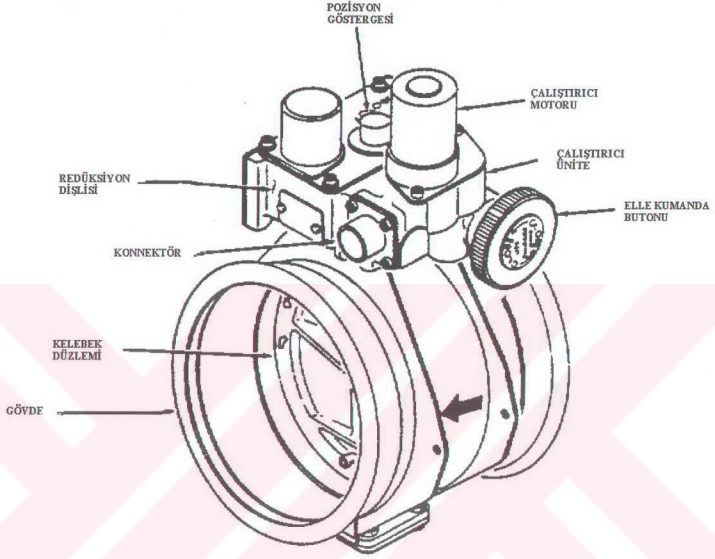


PNEUMATIC SYSTEM REF ATA 36



Şekil 5.2 Türbin girişi sıcaklık gösterge sensörü.

5.1.1 Paket klima ünitesi kapama valfi

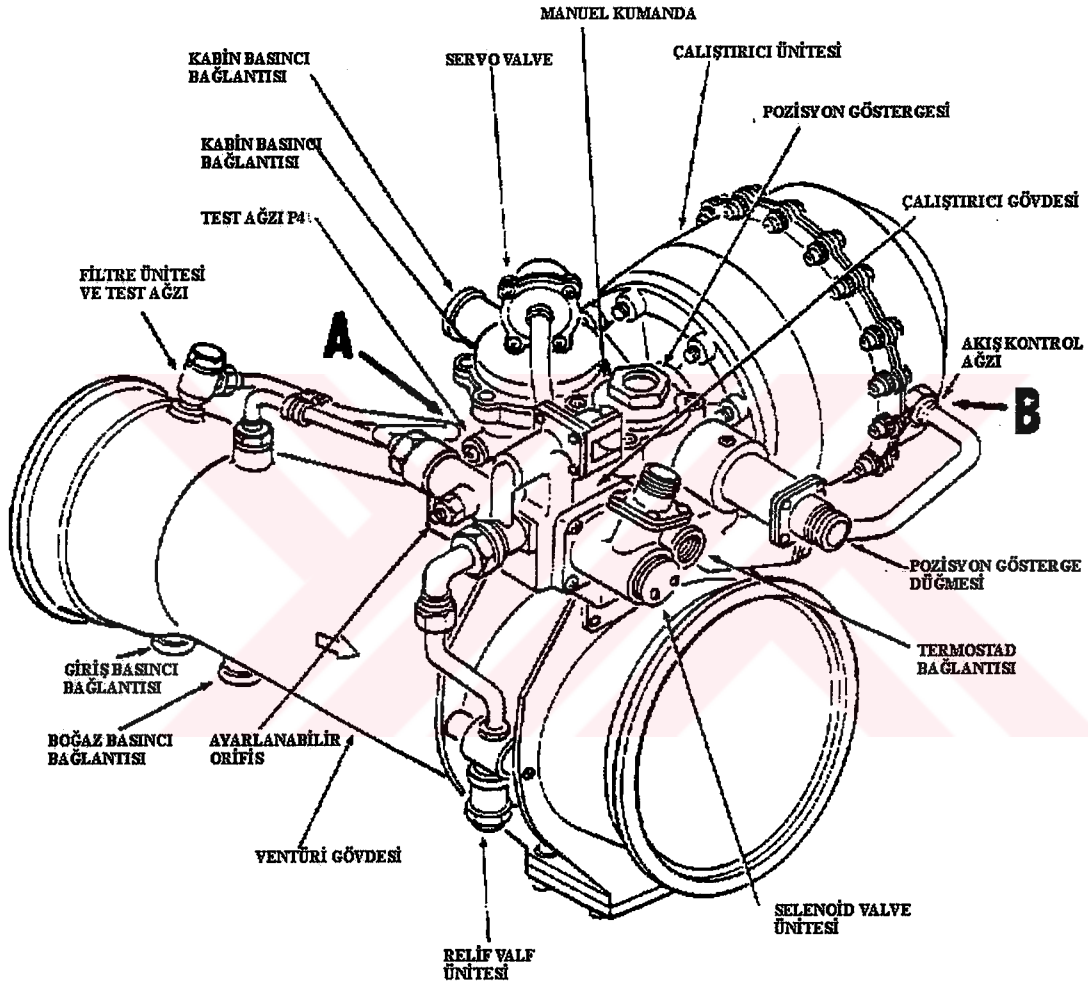


Şekil 5.3 Paket ünite kapama valfi .

Uçak pnömatik sisteminden gelen havayı,kendisine iletilen elektrik sinyallerine göre ayarlamak ve kesmek görevini yapar. 127 mm çapında dairesel bir kelebek valften ibarettir ve elektriksel olarak çalıştırılmaktadır. Gövde, elektriksel çalıştırıcı, elle çevirme cihazı ve pozisyon göstergesinden oluşur. Klima kompartmanı tavanına yerleştirilmiş olan valf normalde kapalı konumdadır. Valfin açılması için pilot kabininden paket klima ünitesi düğmelerinin 'oto (auto mode)' pozisyonuna getirilmesi yeterlidir, böylece 115 volt 400 hz güçle çalışan motor harekete geçer ve valfi açar , kapanması için düğmenin 'kapat (close)' pozisyonuna alınması yeterlidir.

Paket ünite çalışma düğmeleri: Ünitenin otomatik veya manuel çalışması veya kapatılması için kullanılırlar. Her bir paket ünite için iki adet vardır ve uçuş mühendisi önündeki panelde bulunurlar.

5.1.2 Paket klima ünitesi akış kontrol valfi



Şekil 5.4 Akış kontrol valfi .

Akış kontrol valfi paket klima ünitesi öncesine konmuştur ve pnömatrik sistemden gelen havanın paket ünitelere sabit hacimli akışını sağlar. Pnömatrik olarak çalışan elektrik kontrollü bir kelebek valftir. Klima kompartımanının tavanı sol tarafında bulunur. Ventüri tipi valf ; gövde, kelebek valf, pozisyon indikatörü, slenoid, servo valf ünitesi ve manuel kumandası, filtre, relief valf, valf çalıştırıcısı,ventüri gövde ünitesiden oluşur. Normalde

kapalı olan valfi açmak için pilot kabininde bulunan kumanda düğmelerinden, paket ünite seçim düğmesinin 'oto (AUTO) veya manuel (MAN) ' konuma seçili olması yeterlidir.

Valfe açılma kumandasının verilmesi ile valf selenoidinin elektrik enerjisi kesilir ve buna bağlı küresel kapakçık açılır. Valf açma basıncı ventüri girişine dolar ve kanallardan valf çalıştırıcısı ile servo ünitesine ilerler, buradan kelebek çalıştırıcısına basınç iletimi ile valf açılmış olur.

Akış kontrol valfini kapatmak için pilot kabinindeki ilgili düğmelerin 'paket üniteler kapalı (PACKS OFF) ' konuma getirilmesi yeterlidir.

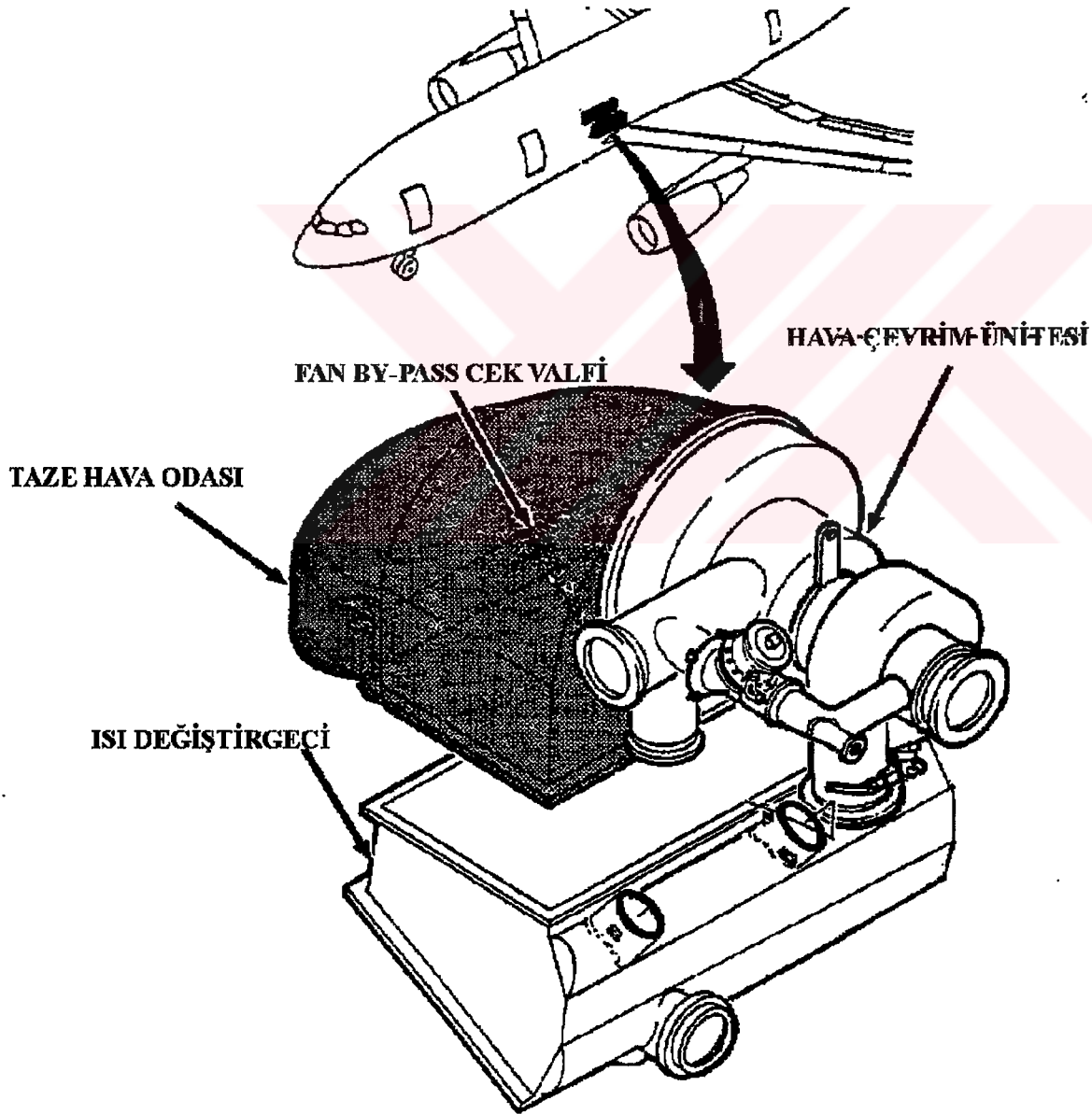
Hava çevrim ünitesindeki kompresör çıkışı ve türbin girişinde bulunan pnömatik termostat ve sigortalardan gelen paket ünite aşırı sıcaklık hissetme hattı, akış kontrol valfi çalıştırıcısı girişindeki kanallara bağlanır. Kompresör çıkışı ve türbin girişindeki sıcaklığın yükselmesi halinde gelen hava basıncı valfi kapalı duruma yönlendirir.

Gerek klima sisteminde aşırı sıcaklık olması , gerekse pnömatik sistem havasının kaybedilmesi halinde kelebeğin miline bağlı olan eleman valf pozisyon düğmesini kapatır. Bu düğme , pilot kabininde bulunan 'paket üniteler kapalı (PACKS OFF) ' göstergesinin ışığını yakar. Işık ; paket ünite seçim düğmesi 'paket üniteler kapalı (PACKS OFF) ' konumuna alınıncaya kadar yanık kalır.

Valf hava akışını pilotun uçuş kontrol kabininde normal veya ekonomik konumu seçmesine bağlı olarak ayarlar. Herhangi bir arıza veya elektrik kesintisinde, valf yay yükü taşıdığından yay etkisi ile açık konuma geçer ve böylece arıza halinde dahi hava akışı devam ederek havasızlık problemini önler .

5.1.3 Soğutma ünitesi

Paket soğutma üniteleri paket 1 ve paket 2 olarak adlandırılır ve klima kompartmanı ortasında yer alırlar. Ünite pnömomatik sistemden gelen sıcak havayı soğutma işlemi yapar ve uçağa şartlandırılmış hava teminini sağlar. Soğutma, türbin gücü ile dönen mil üzerindeki kompresör, türbin ve fan grubu ile gerçekleştirilir.



Şekil 5.5 Soğutma ünitesi .

Motordan pnömatik sistem yolu ile gelen sıcak hava kompresör girişine kanalize edilir, burada sıcaklık ve basıncı bir miktar arttırıldıktan sonra bir miktar soğutulma amacı ile ısı değiştirgecine yönlendirilir. Isı değiştirgecinde ön soğuyan hava türbine girer, türbin kanatlarına çarpan hava , kanatları döndürürken bütün enerjisini bırakır ve soğur. Bu arada dönme hareketi türbinle aynı mil üzerinde bulunan kompresör ve ısı değiştirgecine dışarıdan soğuk hava temin eden fana iletilir. Fan gücü ile çekilen hava ısı değiştirgeci üzerinden kayar ve diğer kanallardaki sıcak havayı soğutarak dışarı atılır. Fan , uçak yerde iken kullanılır, uçuşta ise dış hava basıncı yeterli olur. Türbine enerjisini bırakıp donma noktası değerinden daha çok soğumuş olarak ayrılan hava seperatöre yönlendirilir. Burada içindeki su damlacıkları tutulur.

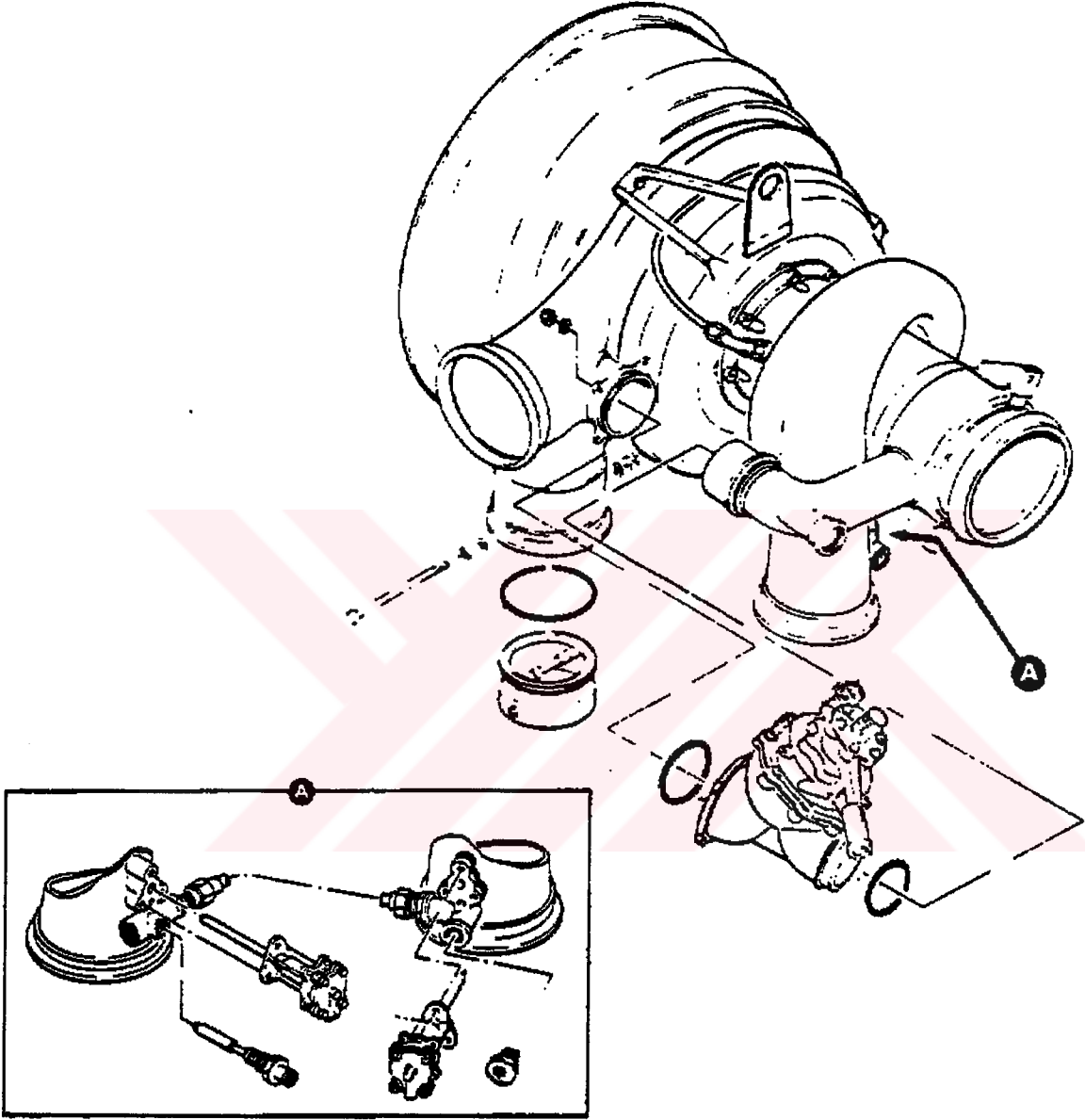
Türbin girişindeki havanın sıcaklığı bu kanalda bulunan sıcaklık sensörleri tarafından ölçülür ve sıcaklık değeri elektrik sinyali olarak sıcaklık kontrol sistemindeki paket ünite çıkış sıcaklığı kontrolörüne iletilir.

Her bir paket ünite şu elemanlardan oluşur ; hava çevrim ünitesi (kompresör, türbin, fan ve buzlanma önleyici valf), havadan havaya ısı değiştirgeci, taze hava yada soğutma havası kanalı, fan , fan difüzeri ve fan by-pas çek valf, aşırı ısı koruması, buzlanma önleyici valf.

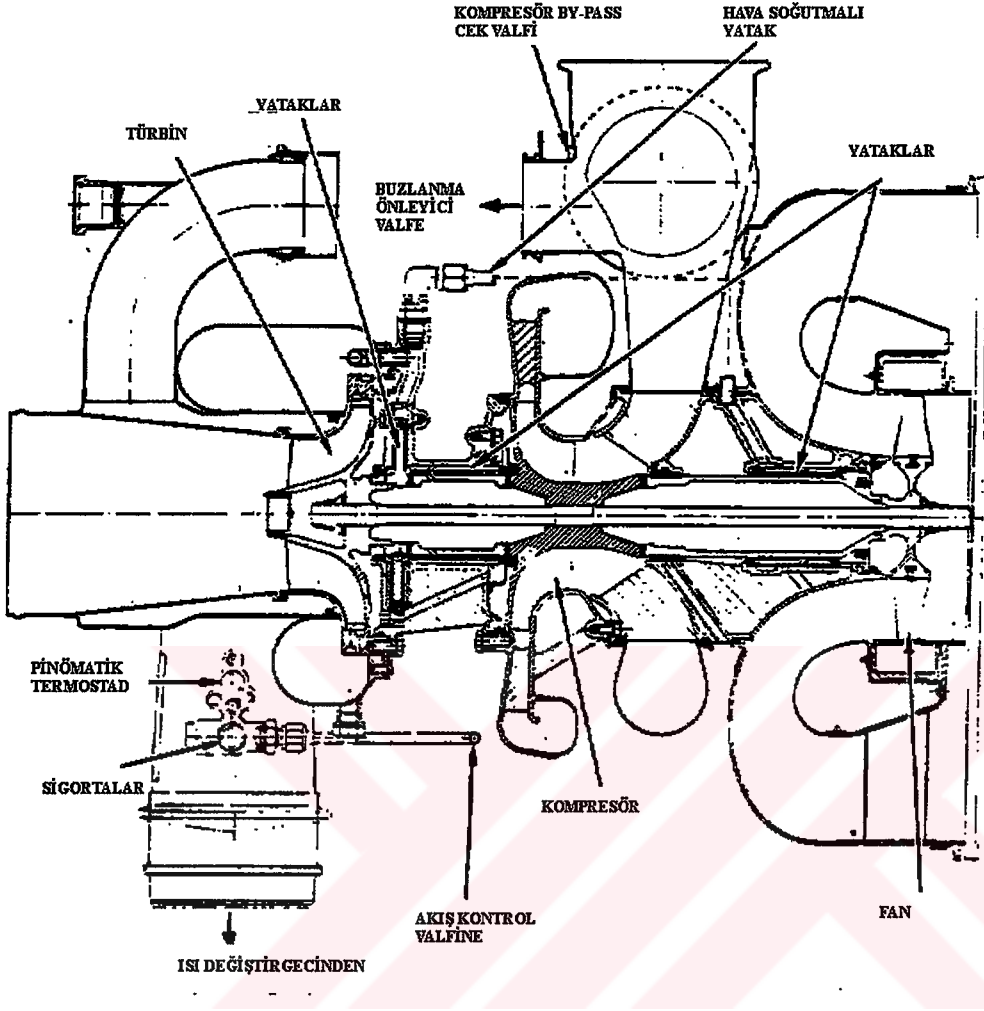
5.1.3.1 Hava çevrim ünitesi

Hava çevrim ünitesi aynı mil üzerinde bulunan kompresör, türbin ve fandan oluşur. Ünite ; kompresör giriş ve çıkış kanalına, türbin giriş ve çıkış kanalına ve kompresör by-pas çek valfine tutturulmuş bir yuva içindedir.

Mil ; biri türbin ve kompresör arasında bulunan , diğeri kompresör ve fan arasında bulunan iki yatak ile desteklenmektedir. Yataklar çalışma esnasında doğacak dış titreşimi ve yükü önlerler. Eksenel yükleri sönmölemek üzere türbinin hemen yanında ikinci yatak bulunur.



Şekil 5.6.a Hava çevrim ünitesi .

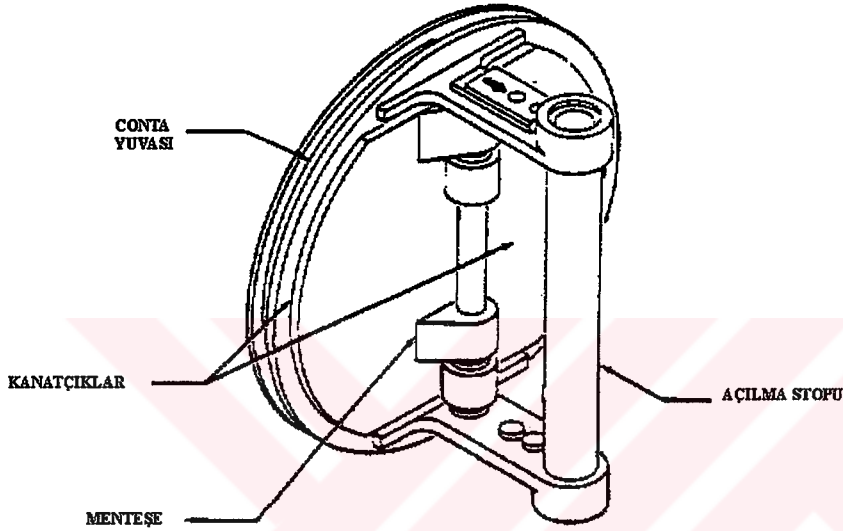


Şekil 5.6.a Hava çevrim ünitesi .

5.1.3.2 Kompresör

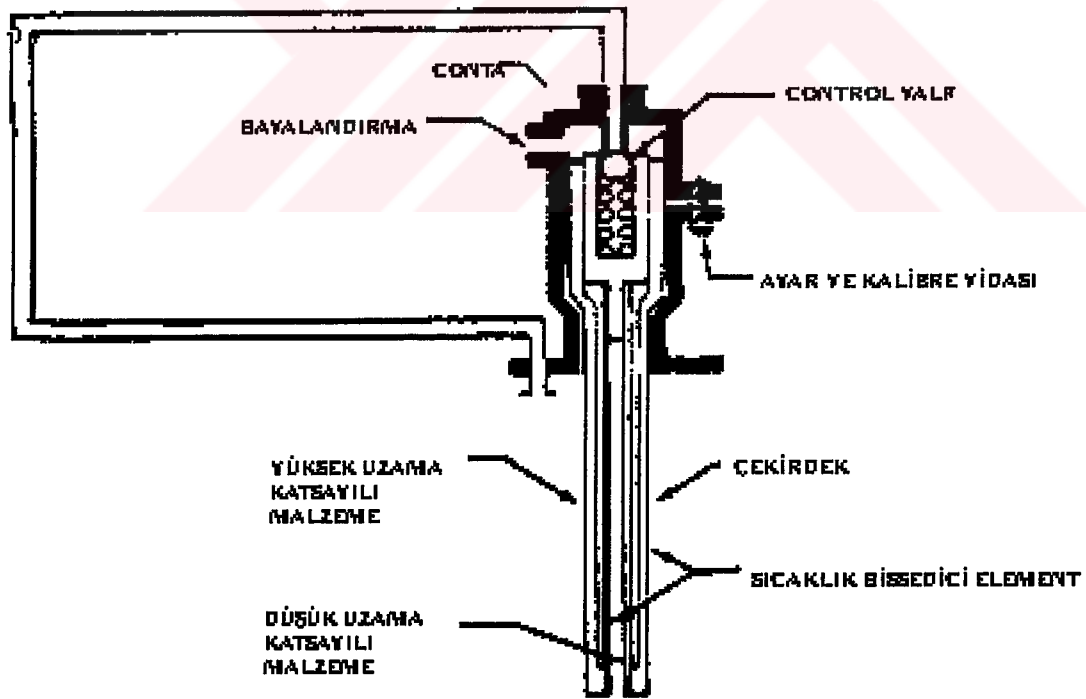
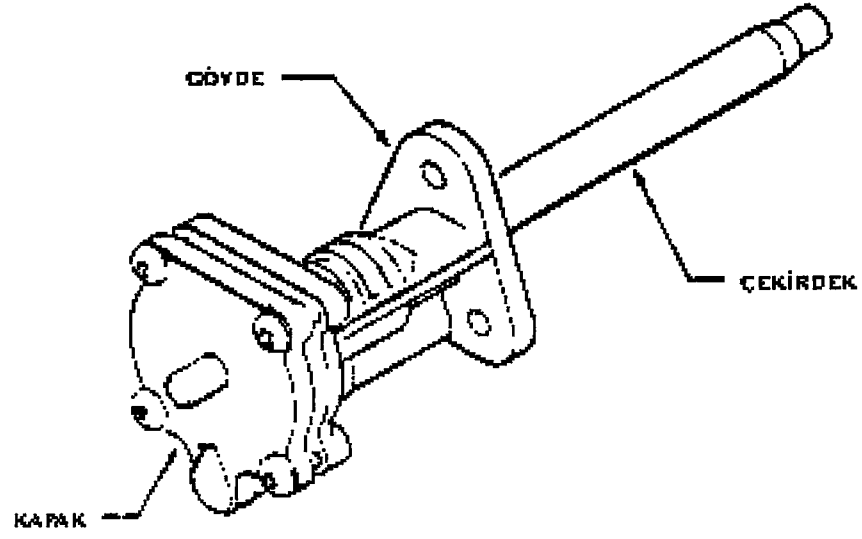
Hava çevrim ünitesinin ilk fonksiyonunu yerine getirir , akış kontrol valfinden gelen sıcak sistem havasının sıcaklık ve basıncını artırır. Kompresör çıkışında oluşacak basınç , kompresör by-pas kanalındaki çek valfin yeniden kullanım havasını kesmesine neden olur. Çevrim ünitesinden daha soğuk hava elde edilmesi istenildiğinde; havanın bir kısmı direk türbine gönderilerek kompresör dönüşü yavaşlatılır. Kompresör çıkış basıncının giriş basıncından fazla olması halinde kompresör by-pas çek valfi açılır ve havayı kompresör çevresine by-pas eder.

Kompresör çıkış kanalında bulunan kompresör çıkışı pnömatik termostadı ve aşırı sıcaklık sigortaları üniteyi aşırı ısınmaya karşı korur. Bir hissedici hattı termostat ve sigortadan akış kontrol valfine iletilir ; eğer kompresör çıkış sıcaklığı limit sıcaklık değerinden fazla olursa, termostat valf çalıştırıcısını havalandırır ve valf hava kaynağını keser veya yavaşlatır. Sıcaklık normale dönünce termostat kapanır ve valf çalışmasına devam eder.



Şekil 5.7 Kompresör by-pass çek valfi

Sigortalar bir kullanımlıktır ve termostat bozulduğu zaman görev yapan ikincil korumadır. Birinci koruma (pnömatik termostat) bozulursa ve kompresör çıkış sıcaklığı limit değeri aşarsa sigortalar erir ve pnömatik basınç akış kontrol valfi çalıştırıcısına iletilir.



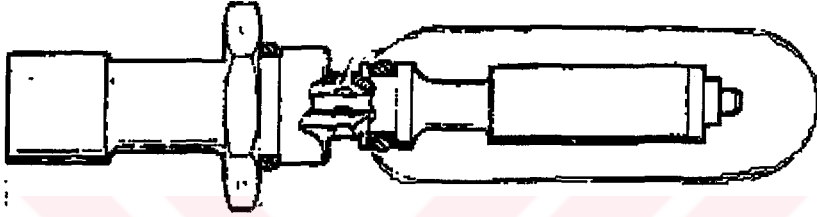
Şekil 5.8 Kompresör çıkışı pinömatik termostadı .

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

5.1.3.3 Türbin

Hava soğutma çevriminin ikinci adımını oluşturur. Sıkıştırılan hava ısı değiştirgecinde bir miktar soğuduktan sonra ısını enerji formunda vereceği türbine gelir. Bu enerji ile kompresör ve soğutma fanının dönmesi sağlanırken hava sıcaklığı dış ortam sıcaklığının altına kadar soğuyabilir.

Türbin giriş kanalında bulunan türbin girişi pnömatik termostadı ile aşırı sıcaklık sigortaları üniteyi aşırı ısınmaya karşı korur. Bir hissedici hattı termostat ve sigortadan akış



Şekil 5.9 Türbin girişi sigortaları

kontrol valfine iletilir ; eğer türbin giriş sıcaklığı limit sıcaklık değerinden fazla olursa, termostat valf çalıştırıcısını havalandırır ve valf hava kaynağını keser veya yavaşlatır. Sıcaklık normale dönünce termostat kapanır ve valf çalışmasına devam eder.

Türbinin düşük hızda çalıştırılması ; türbine giren havadan daha az enerji ayrılmasına dolayısıyla türbin çıkış havası sıcaklığının yüksek olmasına neden olur. Aynı şekilde kompresörün düşük hızda çalıştırılması ise ; kompresör çıkış basıncını düşürecek giderek bu basınç giriş basıncına eşit olacaktır. Böyle bir durumda kompresör by-pas çek valfi açılır ve havayı kompresör çevresinde dolaştırır .

5.3.1.4 Fan

Hava çevrim ünitesinin bir elemanı olarak soğutma havası kanalında yer alır, ısı değiştirgeci için dış ortamdan soğutma havası temin eder ve bu havayı tekrar dış ortama tahliye eder.

5.1.3.5 Isı Değiştirgeci

Klima kompartımanında, taze hava odası ile her bir paket ünitenin taze hava girişi arasında yer alır. Değiştirgece klima kompartımanından ulaşılabilir.

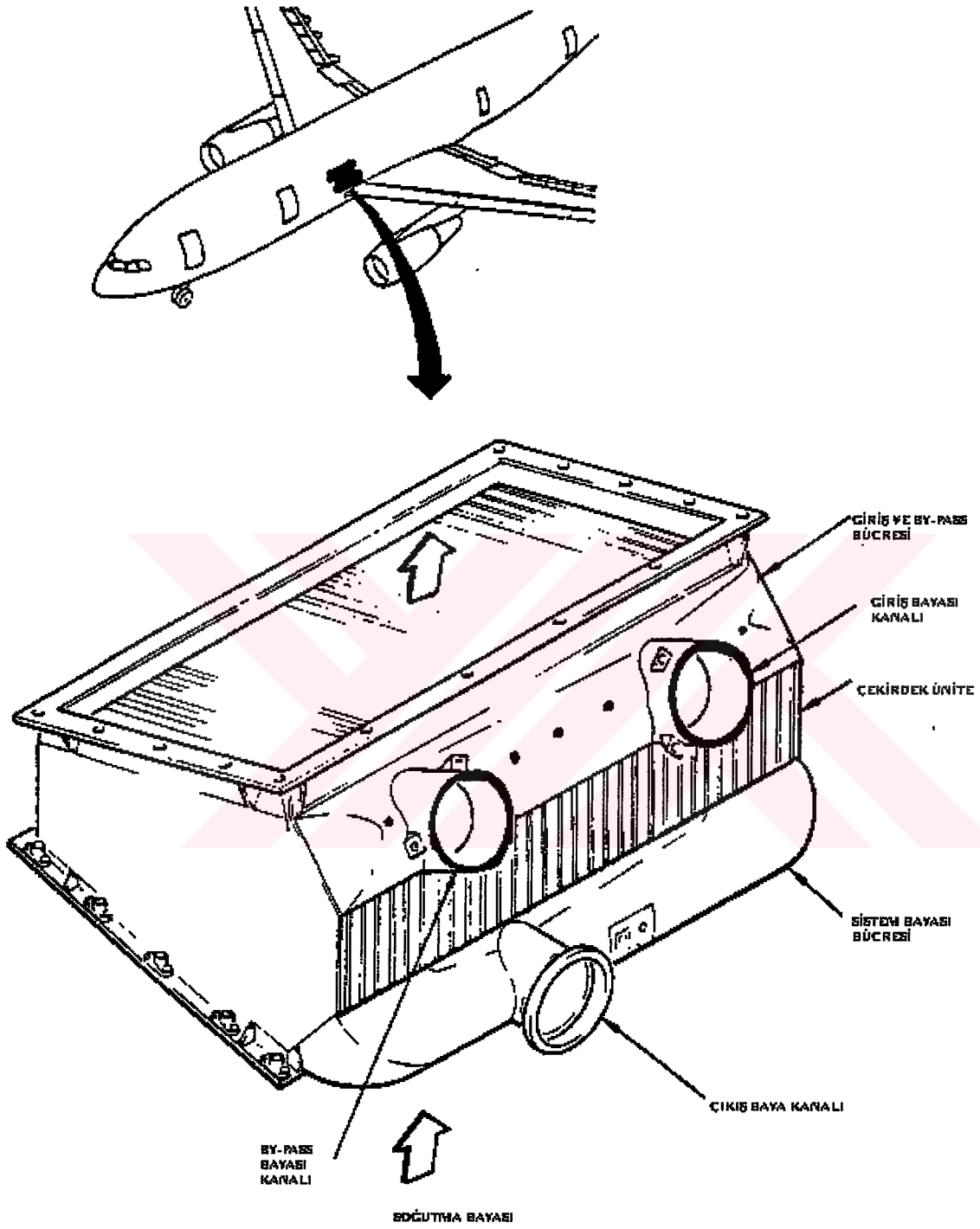
Değiştirgeç; havadan havaya ısı geçişi sağlar. Kompresörden gelen sıcak havayı, uçuş esnasında ; dışarıdan gelen soğuk hava ile , uçak yerdeyken ise soğutucu türbin fanı yardımı ile çekilen soğuk hava ile soğutur. Sıcak ve soğuk hava kendilerine ait kanallarda akarken , düzgün bir karşı akış için aynı yönde girer ve aynı yüzeyden ayrılırlar. Kanallar , korozyona karşı epoxy ester koruyucu film tabakası ile kaplanmış olup bu koruyucu maddenin ağırlığı ve kalınlığı önemsizdir ve ısı transferini etkilemez .

Sıcak ve soğuk hava giriş manifoldları aynı yöndeki dış yüzeydedir ve takoz şeklinindedir. Sıcak hava kanalları değiştirgecin çekirdeğini oluşturur ve hava giriş çıkışı arasındaki bağlantıyı sağlar. Kanal destekleri karşı hava akışı için dikdörtgen şeklinde bir bölge oluşturur, böylece ; taze ve soğuk dış ortam havası buradan geçip kanala doğru ilerlerken , kompresör çıkışından veya kompresör by-pas çek valfinden gelen ve tüpler içinden geçen sıcak havayı soğutur. Buradan çıkan dış ortam havası , taze hava odasını geçer ve dışarı atılır.

Değiştirgecin çıkış manifoldu orta bölgesinden ayrılan bir hat, az miktardaki hava basıncını su enjektörüne iletir. Enjektör , seperatörde birikmiş olan suyu ısı değiştirgeci girişine doğru, taze hava içine püskürterek bu havanın soğutma kapasitesini arttırır.

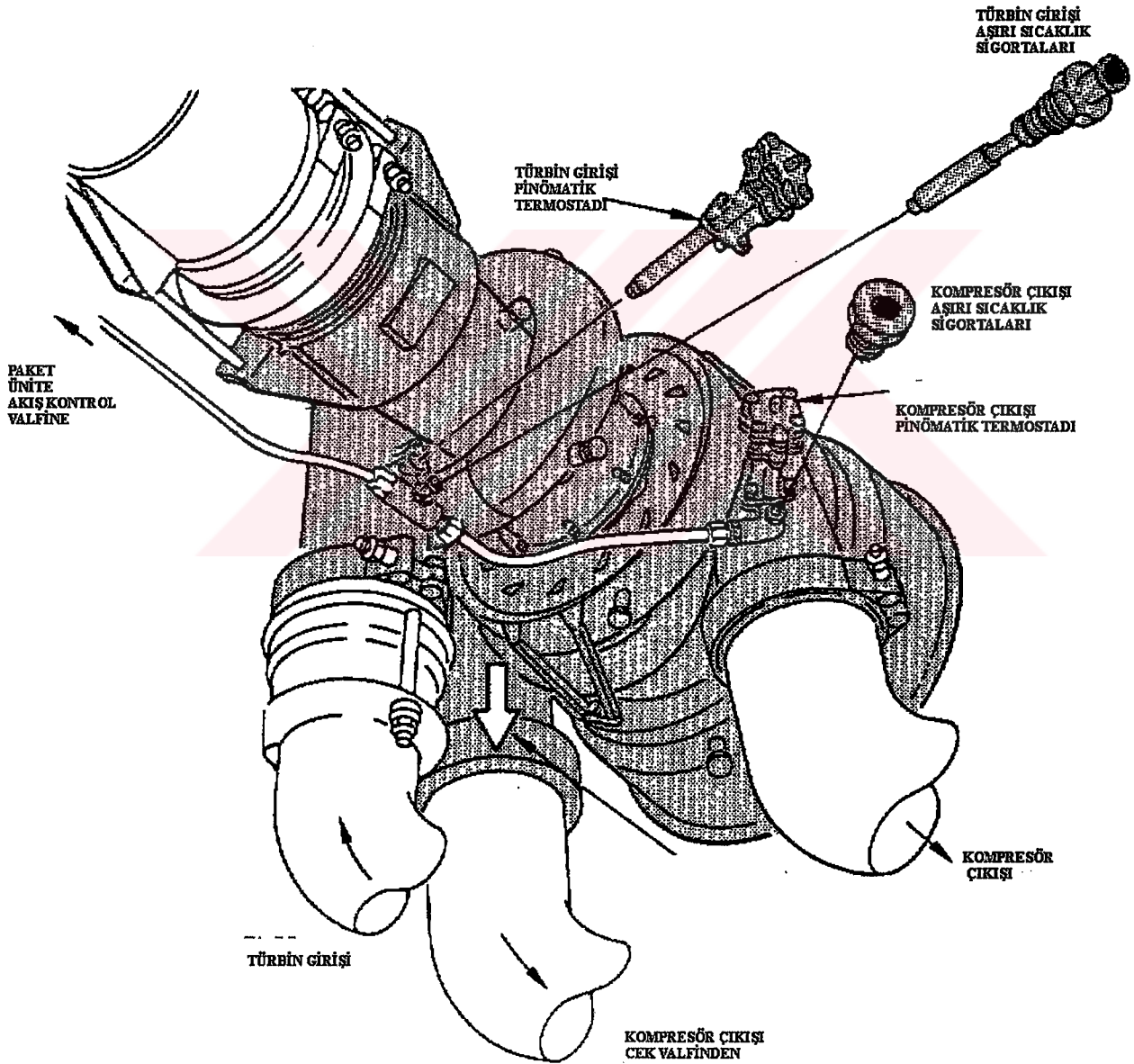
5.1.3.6 Soğutma havası

Bu hava dış ortamdan alınır ve ısı değiştirgecine girecek havanın ilk soğutulması için kullanılır. Ancak soğutma havası girişi kalkış ve inişte kapalıdır .Uçuş esnasında ve uçak yerde iken ise açıktır. Çıkış ağzı sıcaklık kontrol valvine bağlı bir kapakçıkla istenen miktarda hava akışı sağlar.



5.1.3.7 Acil taze hava girişi

Soğuk hava girişinin arkasında yer alır ve uçak içine taze hava girişini sağlar. Açılması kabin fark basıncına göre otomatik olarak açılıp kapanır. Şayet uçuş esnasında basınç farkı 1 PSI ' dan daha düşük olursa otomatik olarak açılır.



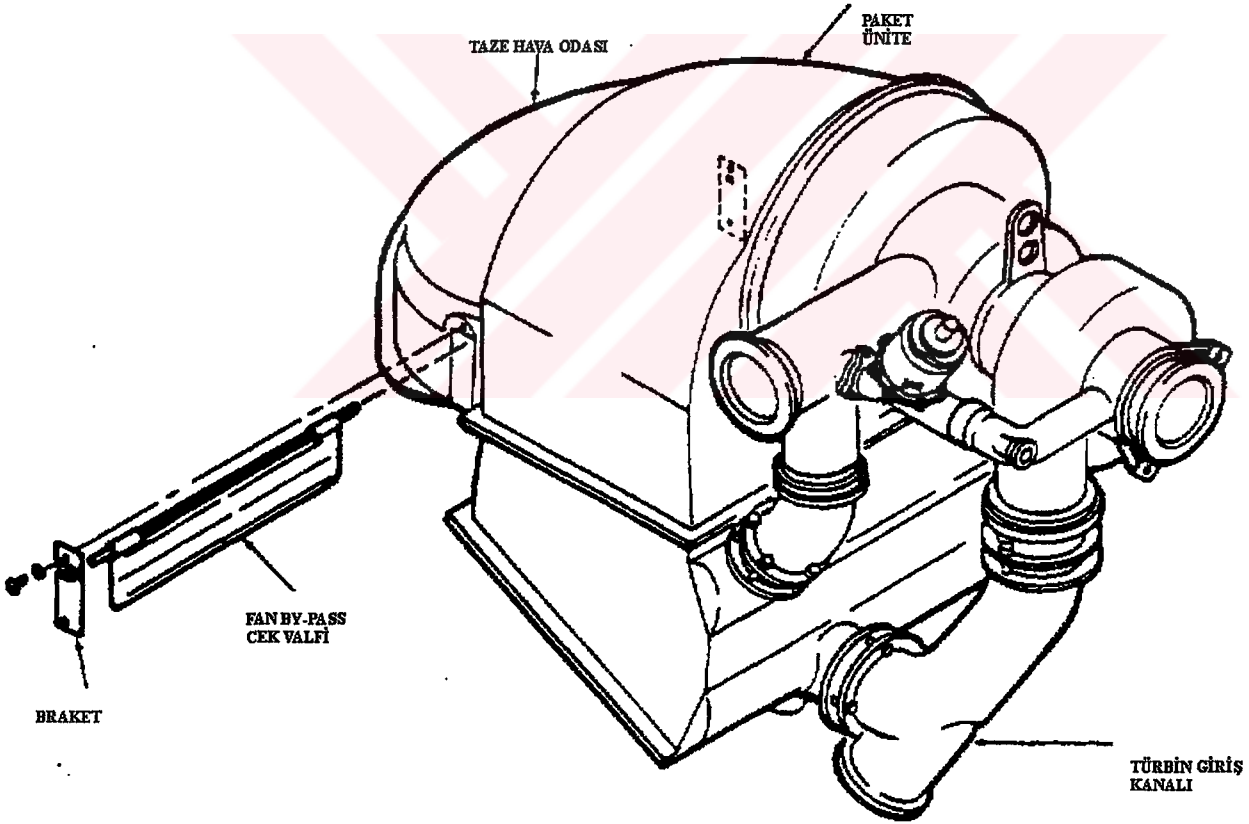
Şekil 5.10 Hava çevrim ünitesi,termotad ve sigortalar .

Taze hava odası paket ünitelerin bir parçası olarak klima kompartımanında yer alır. Eğik şekillidir ve ısı değiştirgeci soğutma fanı ile fan by-pas check valfini kuşatarak , hava çevrim ünitesi ile ısı değiştirgecini ve taze hava egzost kanalını birbirine bağlar.

Klima kompartımanı tavanına çubuklarla desteklenmiştir. Üç kademeli soğutucu türbin , 41 cm'lik tek v-bant sıkıştırıcılar ile odanın dikey yüzeyine tutturulmuştur. Isı değiştirgeci ise odanın alt yatay yüzeyine oturtulmuştur.

Taze hava odası çok yüksek sıcaklığa dayanıklı yapıdadır. Fiberglas yapısı ile ısı değiştirgecinden ayrılan soğutma havasını fan by-pas check valfi girişine gönderir.

5.1.3.8 Fan by-pas check valfi



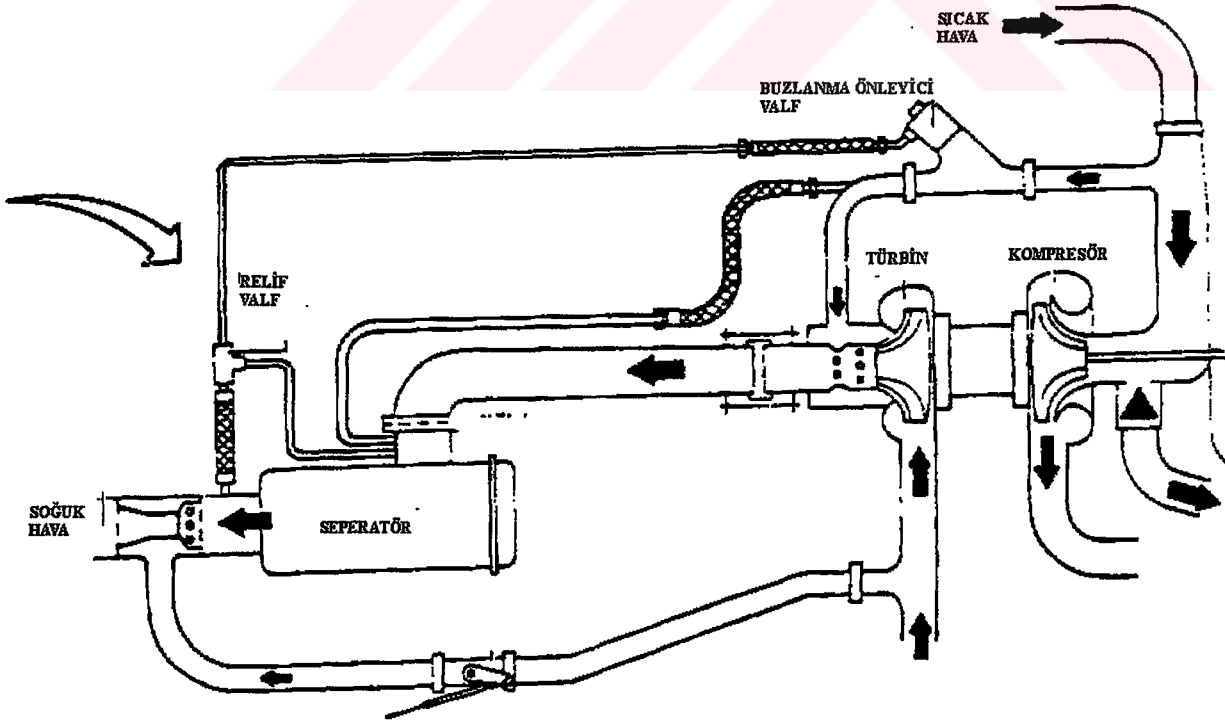
şekil 5.12 Fan bay-pass valfi

Bu valf plenum içinde yer alır ve klima kompartımanından ulaşılabilir. Dikdörtgen şeklindeki bir kanatçıktan oluşan valf yüksek ısıya dayanıklı fiberglas malzemedendir yapılmıştır ve soğutma havasının odaya sınırlanmadan akmasını sağlar. Uçak yerde iken fan tarafından sağlanan soğutma havası basıncı etkisi ile valf kapalı kalır. Uçuş esnasında ise taze hava yani dışarıdan gelen hava basıncı, fanın sağladığı basınçtan fazla olacağı için valf açık konuma geçer.

5.1.3.9 Buzlanma önleyici metal ağ

Türbin çıkış kanalında seperatörden önce yer alır. Klima kompartımanından bu elemana ulaşılabilir. Görevi ; türbin çıkışında ve seperatör girişinde oluşabilecek buzlanmayı önlemektir. Ağ metalik bir ızgaradan ibarettir. Soğuk hava buradan akarken yapısındaki damlacıklar ızgara üzerinde tutunup, sıcaklık donma noktasına yaklaşırken ağ üzerinden olan hava akışı güçleşecek ve ağ öncesinde basınç artışı meydana gelecektir. Giriş- çıkış hava akımı arasındaki basınç farkı buzlanma önleyici valfin açılmasını sağlayarak, kompresörden gelen sıcak havanın türbin çıkışına akmasına neden olacaktır.

5.1.3.10 Buzlanma önleyici valf



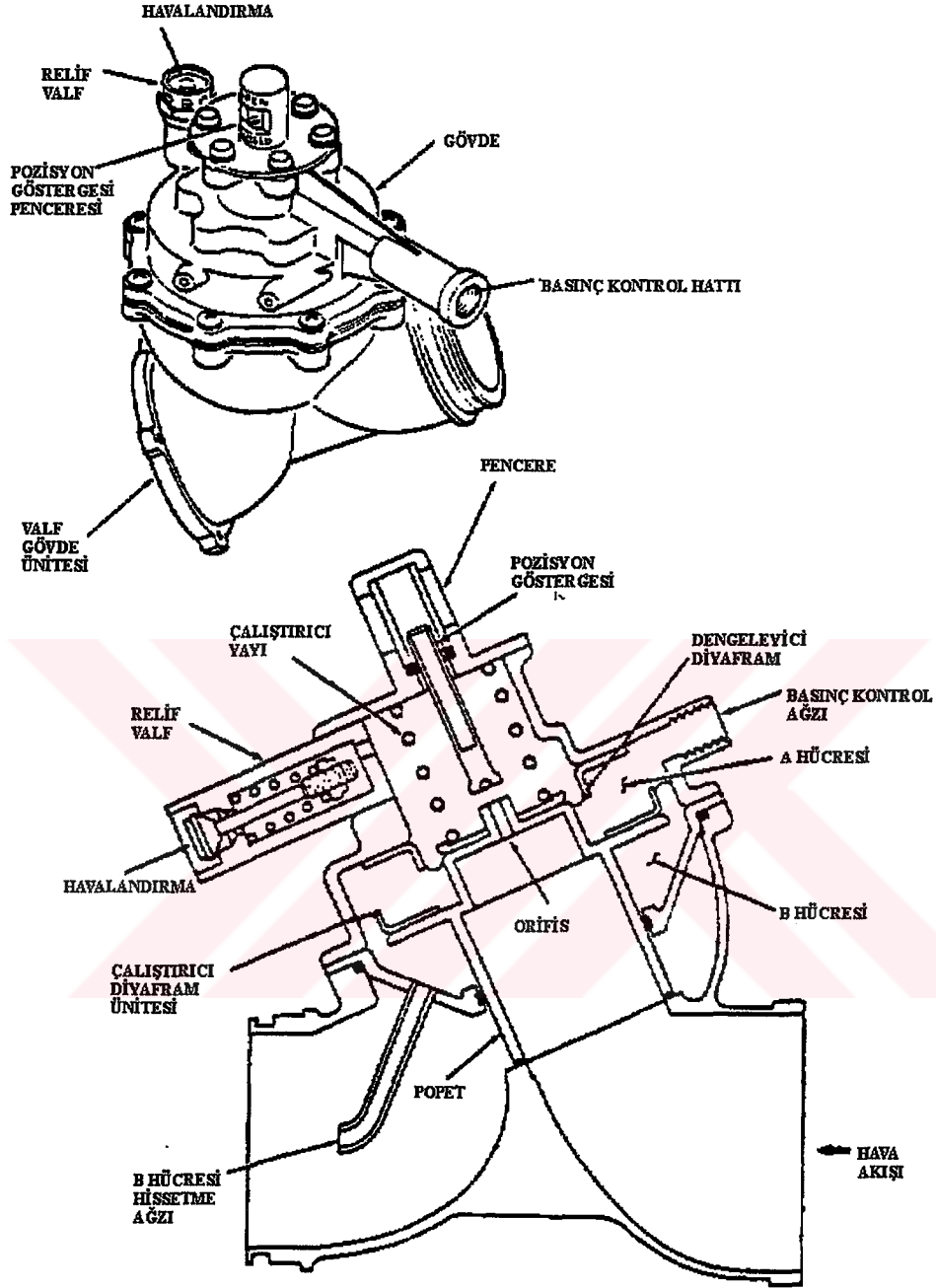
Şekil 5.13 Seperatör ve buzlanma önleyici valf.

Her bir hava çevrim ünitesinde kompresör giriş kanalı ile türbin çıkışı arasında bulunan valf , seperatorde ve türbin çıkışında oluşabilecek buzlanmayı önlemek üzere pnömatik sistemden gelen sıcak havayı by-pas eder .

Valf ; bir popet (kapakçık), iki yay yükü ile çalışan diyafram, orifis, pozisyon göstergesi, çalıştırıcı ve bunları taşıyan gövdeden oluşur.

Valf çalıştırıcısı bir diyafram ile ayrılmış iki bölgeden oluşur. Birinci bölgede bir yay ve seperatör çıkışına bir hissedici hatla bağlı olan basınç kontrol ağzı bulunurken ; ikinci bölge seperatör ve buzlanma önleyici valf girişine bağlı olan hissedici hat ağzlarını içerir.

Valf ; buzlanma önleyici metal ağ ile seperatör arasındaki basınç farkına göre çalışır. Metal üzerinde buzlanma olması halinde akış zorlanacağından ağ çıkışında basınç düşümü olacak bu da valfe yansiyacaktır. Buzlanma önleyici valfin birinci ve ikinci bölgesinde basınç değeri hissedilir. Valf kapakçığı yay kuvveti ile kapalı durduğu için buzlanma yoksa ve metal ağ ile seperatör arasında normal bir fark basınç varsa, valf kapalı konumdadır. Eğer buzlanma başladı ise birinci bölgede hissedilen çıkış basıncına oranla ikinci bölgedeki giriş basıncı artma gösterir . Fark basınç değeri önceden belirlenmiş olan sıcak hava değerinin üstüne çıktığında ise; ikinci bölge, valf kapakçığını açılmaya zorlar. Böylece kompresör girişinden türbin çıkışına doğru sıcak hava akar ve türbin çıkış havası ile karışarak sıcaklığı artırırken buzlanmayı önler.



Şekil 5. 14 Paket ünite buzlanma önleyici valf (Ai

Kapakçık çalıştırıcı yay kuvveti ile normal konumda kapalı haldedir. İkinci bölgenin alt kısmında etkin olan basınç ile metal ağın girişinden gelip birinci bölgeyi etkileyen basınç arasında fark doğması halinde ise kapakçık açılmaya başlar ve sıcak havayı türbin çıkışına göndererek sıcaklığın donma noktası veya çığ noktası altına düşmesini önler.

Pozisyon göstergesi kapakçığa (popete) bağlıdır ve onun hareketi ile değişerek valf pozisyonu hakkında bir gösterge oluşturur.

5.1.3.11 Paket Ünite By-pas Check Valfi

Bu valf hava çevrim ünitesinin kompresör kısmının çıkışına, ısı değiştirgeci by-pas kanalına konmuştur. Parçalı kanatlı bir valftir. Kompresör giriş basıncı çıkış basıncından çok olduğunda; kompresörden havayı by-pas ederek doğan yükü azaltır.

Ortadan menteşeli iki yarım daire şeklindeki kanattan ve bir gövdeden oluşur. Normal konumda kapalı olan kanatlar 1 SuS fark basınç doğması halinde açılır ve üzerindeki ok yönünde hava akışına izin verir.

5.1.3.12 Hava çevrim ünitesi pnömatik termostadı

Kompresör çıkışı ve türbin girişindeki pnömatik termostatlar fark basınca göre çalışır ve hava çevrim ünitesini; gerek kompresör çıkışı gerekse türbin girişinde oluşabilecek aşırı ısıya karşı korurlar.

Termostatlar görünüş olarak üçgen şeklindeki tutunma flanşları hariç, birbirinin aynıdır. Duyar elemanlar farklı uzama katsayılarına sahip iki metalden oluşur ve kanaldan akan havanın sıcaklığını hissetmek üzere kanal içine uzatılmışlardır.

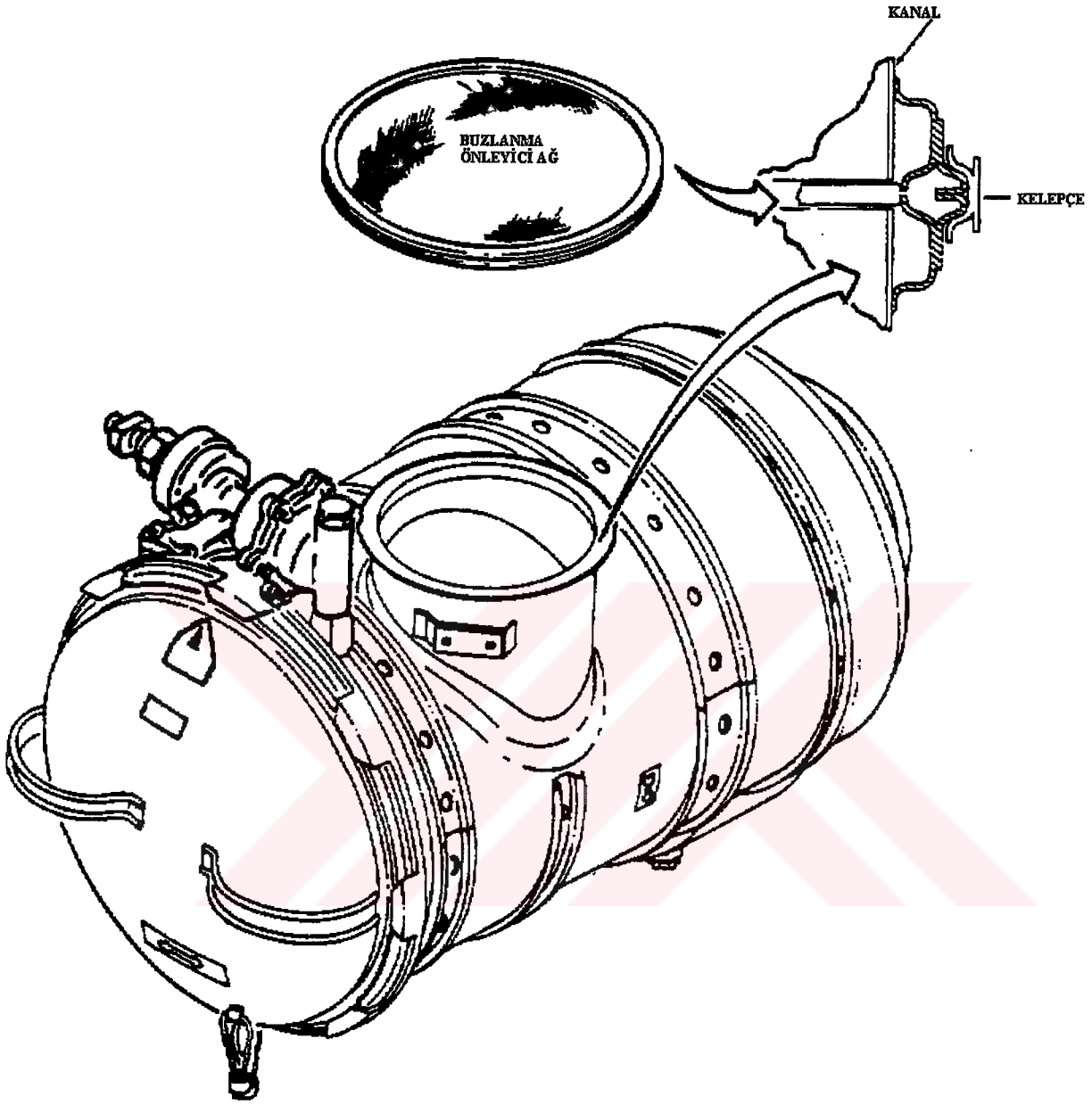
Termostatlara akış kontrol valfinde giden bir sens hattı bağlıdır. Kanal havası çalışma sıcaklığına ulaşırsa duyar elemanlar bunu hisseder ve termostat gövdesinde bulunan bilyalı vida hareket eder ve kapakçığı açtırarak akış kontrol valfine ek akış gitmesine neden olur. Akış kontrol valfi açılma bölgesinde basınç artması halinde valf, hava çevrim ünitesine gidecek havayı azaltacak şekilde kapanmaya gider.

5.1.3.13 Seperator

Seperator klima kompartımanında bulunur ve hava çevrim ünitesinden sonra yer alır. Soğuk türbin çıkış havası içindeki nemi ve su damlacıklarını merkezkaç kuvvetleri etkisi ile tutarak bunları tahliye eder.

Seperator ; konik şeklinde olan eleman, bölmeli yapıdaki destek konisi , bunun üzerindeki nem alabilen bez filtre, toplama bölgesi, kapak, by-pas valfi , fark basınç göstergesi , su gideri ve bunları taşıyan gövdeden ibarettir. Türbin çıkış havası seperatore girdiği zaman konik yüzeye çarparak girdap oluştururken , yapısında sis gibi duran su partikülleri perfore kısımlara çarpar ve damlacıklar deliklerden beze akarken hava içindeki yabancı maddeler de ayrılır. Bezden süzölen su, seperatörün alt kısmında birikir ve tahliye edilir. Nemi alınan hava da , dağıtım sistemine bağlanan kanallara akar.

Eğer perfore kısımda tıkanıklık veya buzlanma olursa , seperator girişindeki basınç artar . Bu durumda ; by-pas valf açılır ve fazla hava buradan geçerek seperatorü terkeder. Tıkanık , filtrenin değiştirilmesi gerektiğinin de bir göstergesidir.

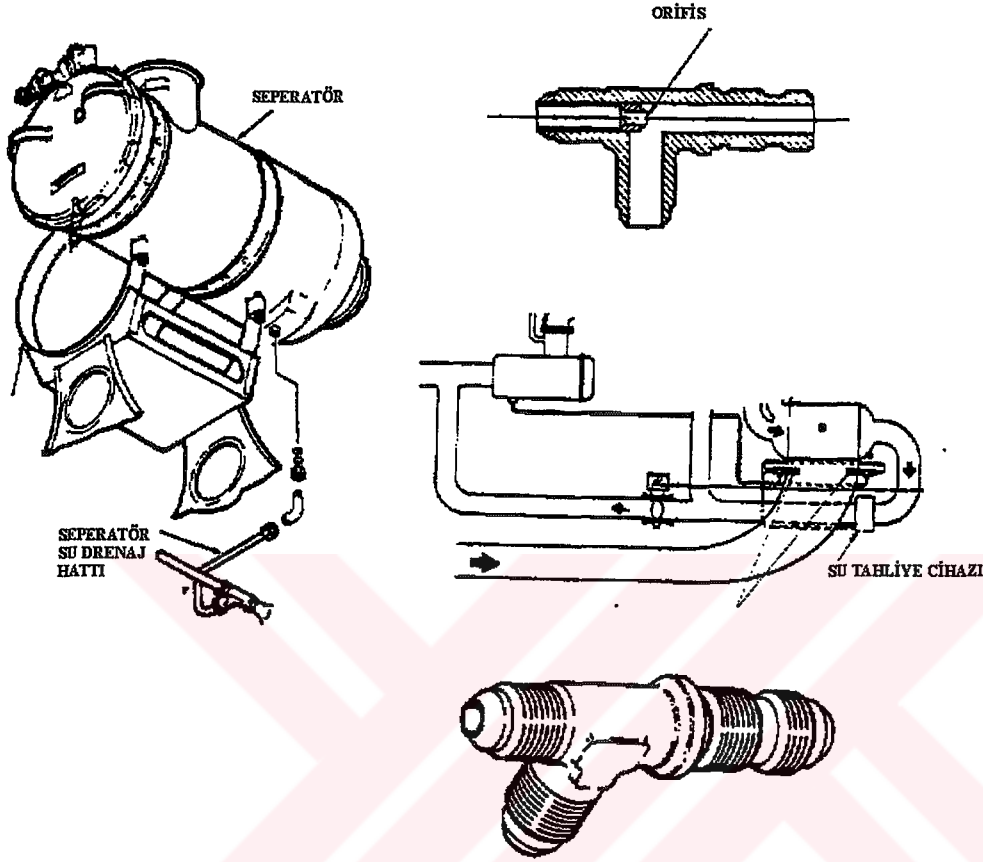


Şekil 5. 15 Seperatör ve buzlanma önleyici ağ .

5.1.3.14 Su enjektörü

Enjektör seperatörde birikip gelen suyu ısı değiştirgeci soğutma havası içine püskürtme görevi yapar. Püskürtülen su buharlaşır ve ısı değiştirgecinde soğutucu etki yapar.

Enjektörden suyun püskürtülmesini , enjektör içine giren yüksek basınçlı hava sağlar. Hava orifisten geçerken oluşturduğu vakum etkisi ile suyu çeker ve çıkıştan püskürtür.



Şekil 5.14 Seperatör ve su enjektörü.

5.2 Klima Sistemi Acil Taze Hava Dağıtım Alt Sistemi

Her iki soğutma ünitesinin arızalanması halinde ; acil taze hava girişleri kabinlere ve elektronik ekipman kompartımanına taze hava yani dış ortam havası sirkülasyonu sağlar.

Acil hava girişi boyunca , hava sol soğutma ünitesi soğuk hava girişine doğru akar daha sonra check valften geçerek manifolda girer.

Acil hava girişi flapları bir çalıştırıcı ile hareket ettirilir. Çalıştırıcı 7 Hz 'lik bir basma switchi ile kumanda edilir. Switch basılı iken ; acil hava girişi çalıştırıcısı toplanmış

vaziyettedir ve bir rod mekanizması ile hava girişi açık konuma gelir. Switch serbest iken ; çalıştırıcı açılır ve rod mekanizması uzanarak hava girişini kapar.

Çalıştırıcı şu elemanlardan oluşur :

- 28 VDC 'lik iki yönlü bir elektrik motoru ,
- Motorun dönü hareketini doğrusal harekete dönüştüren bir mekanik ünite ,
- İki adet limit mikroswitchleri. Bunlar mekaniki durma noktasına ulaşınca motor gücünü keserler.
- İki adet pozisyon mikroswitchi. Bunlar çalıştırıcının açık veya kapalı olduğunu gösterir.

Normal çalışma şartlarında şartlandırılmış havanın taze hava girişinden kaçmasını önlemek için bir check valf kullanılır. İki yarım daire şeklindeki kanattan oluşan valf yay kuvveti ile kapalı konumda durur. Gerektiğinde gövdesine kazılı olan ok yönünde açılarak taze havaya yön verir.

6. KLİMA SİSTEMİ SICAKLIK KONTROLÜ ALT SİSTEMİ

Sıcaklık kontrol sistemi uçak içerisinde , istenilen hacimlerde istenen sıcaklığın sağlanmasını otomatik veya manuel olarak gerçekleştiren sistemdir. Bu sistem : Packlerden çıkan havanın sıcaklığı ve farklı kompartımanların sıcaklık değerlerinde düzenleme ve limitleme sağlamak için dizayn edilmiştir.

Sıcaklık kontrolü pilot kabininden pilot tarafından yapılan seçime göre otomatik veya manuel olarak sağlanır. Pilot kabininde başüstü panelde sıcaklık seçimi için dört bölge vardır. Pilot kabini , ön kabin (FWD), orta kabin (mid) , arka kabin (aft) için ayar düğmeleri vardır .

Arzu edilen sıcaklığa sıcak ve soğuk hava karıştırılarak ulaşılır. Sıcaklık kontrol sisteminin normal konumu otomatik , stand-by konumu ise manuel çalışma şeklini ifade eder. Paket klima üniteleri , pilot ve yolcu kabinleri, elektronik ekipman ve kargo kompartımanları ve kanal sıcaklıkları bu sistem yardımı ile kontrol edilir ve pilot kabininde görüntülenir.

Arzu edilen sıcaklık iki hava kaynağının karıştırılması yolu ile elde edilir :

- Sıcak kaynak ; motorlardan , yardımcı güç kaynağından (APU) veya yerdeki bir dış kaynaktan gelen ve paket üniteler öncesinde çekilen havadır.
- Soğuk kaynak ; paket ünitelerden çıkan havadır.

6.1 Kabin Sıcaklığı Kontrol Sistemi

Kabin sıcaklık kontrolü uçak içindeki üç yolcu kabini ve bir pilot kabininden oluşan dört bağımsız bölgenin hava sıcaklıklarının kontrol ve seçimine olanak sağlar.

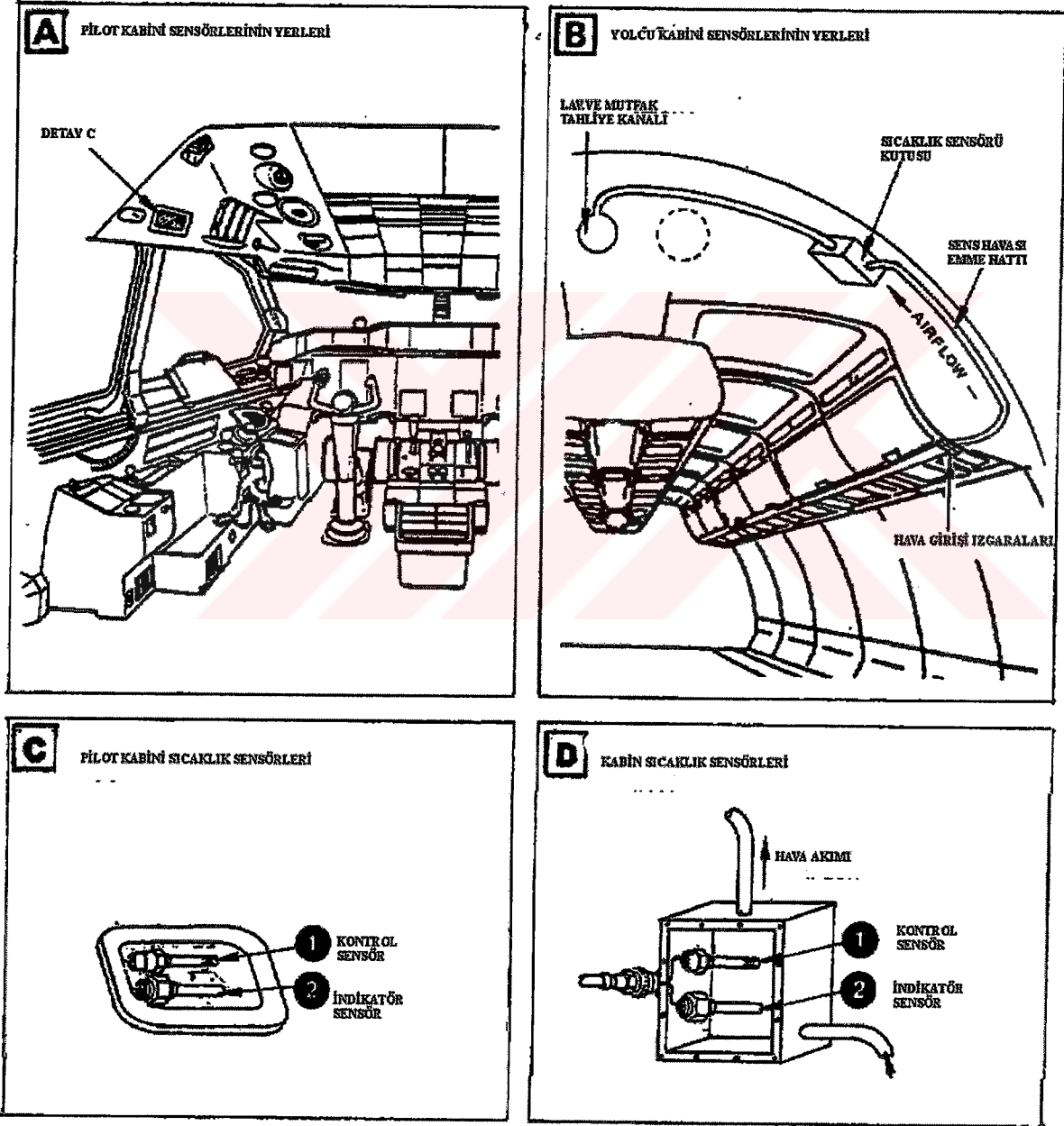
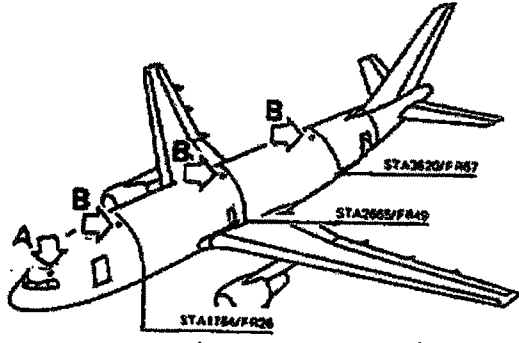
Bu sistem paket ünite havası çıkış sıcaklığını , en düşük sıcaklık isteğinde bulunan kabinin isteğine göre kontrol eder. Kalan bölgeler ise hava ayar valflerinde sıcak hava takviyesi yapılması ile istedikleri sıcaklığa ulaşırlar. Genellikle 1 numaralı paket ünite pilot kabinine hizmet verirken , 2 numaralı ünite diğer üç yolcu kompartımanına hizmet verir. Birinci

ünitenin bir kısmı pilot kabinine giderse kalan hava ikinci ünite akışı ile karışarak diğer bölgelere gider.

Her bir bölge için istenen sıcaklık değeri , pilot kabininde bulunan bölge sıcaklık selektörlerinin pilot tarafından ayarlanması ile seçilir. Dört bölge için seçilebilecek sıcaklık değerleri 18.5 – 29.5 °C arasındadır. Her bir bölgede bulunan küçük bir fan hava akışını sıcaklık sensörüne doğru yönlendirerek sensörler yardımı ile o bölgenin sıcaklık kontrolörüne sıcaklık bilgisi sinyali gönderilmesini sağlar.

Bölge kontrolörleri kendilerine pilot kabininden gelen seçim sinyalini ve sensörlerden gelen gerçek değer sinyalini değerlendirip, bölge hava giriş sıcaklığı kumanda sinyali üretmek için paket ünite ve APU kontrolörlerine gönderir. Buralarda sinyaller değerlendirilir ve

iki paket ünite istenen çıkış sıcaklığı belirlenir. Birinci ünite pilot kabini istek sinyalini değerlendirirken , ikinci ünite kontrolörüne diğer bölgelerin istek sinyali gelir ve ünite bunlar arasındaki en düşük değere göre çalışır.



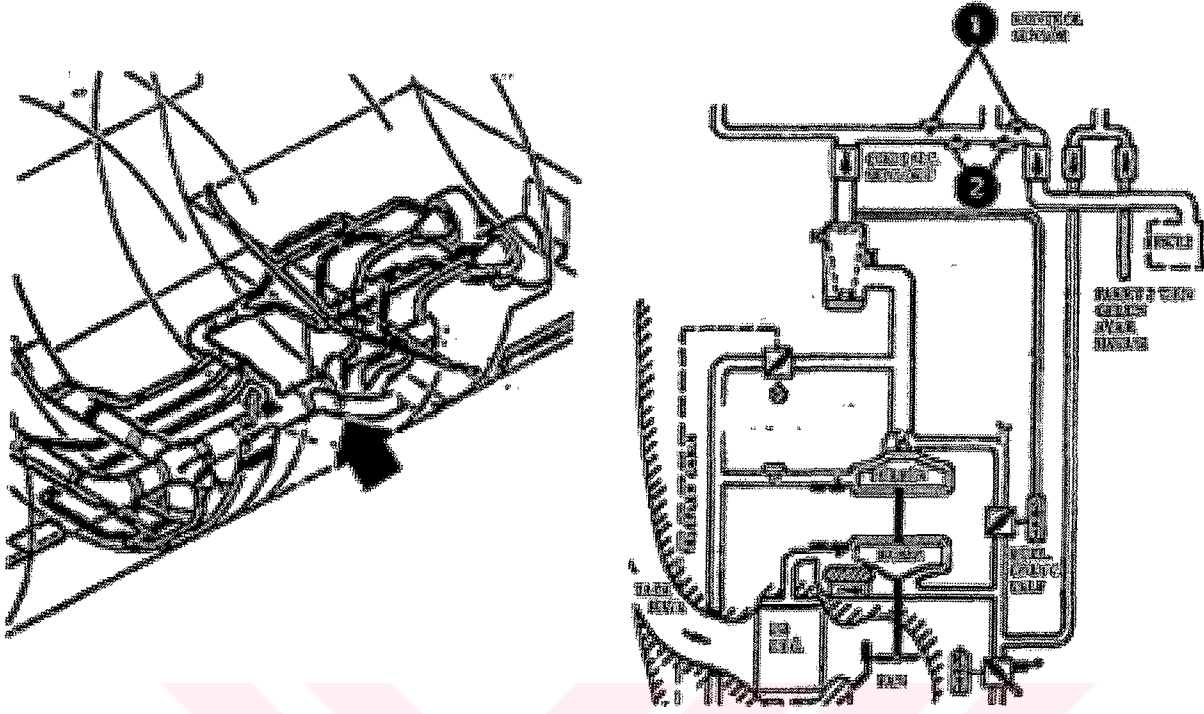
Şekil 6.1 Sıcaklık kontrol sensörleri .

Bu düzenleme ile pilot kabini ve bir yolcu kabini doğru sıcaklığı elde ederken diğer bölgeler için hava ayar valflerinde sıcak hava eklemesi ile istenen değere ulaşılır. Her bölgenin girişindeki sensörler sıcaklık değerini sinyal olarak o bölgenin kontrolörüne gönderirler , bölge kontrolörleri bu gerçek değer ile pilot kabininden gelen istek sinyalini kıyaslayarak hava ayar valfine kumanda eder.

Normalde iki klima ünitesi de yukarıda belirtildiği şekilde ayrı ayrı kontrol edilir. Yolcu kabinlerinden birinde , pilot kabininden daha düşük sıcaklık istense bile her iki ünite de en düşük isteğe göre kontrol edilirler. Böyle bir durumda pilot kabinine hava ayar valfinden sıcak hava eklenir. Yani ; pilot kabini en düşük sıcaklığı isterse paket üniteler birbirinden bağımsız kontrol edilirken, yolcu kabinlerinden biri en düşük isteği yaptı ise birlikte kontrol edilirler. Bu çalışma şekli ile kabinlerde isteğe göre soğutma kapasitesi sağlanmıştır.

Eğer ünitelerden biri çalışmıyorsa ya da herhangi bir nedenle durmuş ise ; kalan ünite en düşük sıcaklığa göre çalışır. İşlem , yardımcı pilotun panelindeki düğmeler yardımı ile sağlanır.

Her bir ünitenin çıkış sıcaklığını o bölgenin sıcaklık kontrolörü belirler. Çıkış sıcaklığı ; ünite çıkış sensörleri (Şekil 6.2) ile ölçülür. Sensörden ve istek kontrolöründen gelen sinyaller paket ünite kontrolöründe değerlendirilir ve çıkış sinyali olarak türbin by-pas çalıştırıcısına gönderilir. Elektrikle çalışan bu çalıştırıcı iki türbin by-pas valfine mekanik taşıyıcılarla bağlıdır ve değişebilir hava çıkış ağzına sahiptir.



Şekil 6.2 Paket ünite sıcaklık kontrol sensörleri .

Maksimum soğutma için , by-pas valf kapanır ve taze hava kapısı tam açılır. Kabin havası sıcaklığını arttırabilmek için; paket ünite kontrolörü , çalıştırıcıyı , türbin by-pas valfini açıp taze hava çıkış kapısını kapanmaya başlaması için zorlar. By-pas valf açılınca türbin girişindeki sıcak hava by-pas olur ve seperatörün girişindeki soğuk havaya karışır. Böylece paket ünite çıkış sıcaklığı arttırılmış olur. Aynı zamanda hava çevrim ünitesi de türbine akan havanın yavaşlaması üzerine yavaşlar ve bunun sonucunda düşük çıkış gücü ve düşük soğutma gerçekleşmiş olur.

Kabin sıcaklık kontrolörü kanal giriş sıcaklığını maksimum 74 °C 'a limitlerken ,88 °C 'de aşırı ısınmayı önlemek amacıyla koruyucu bir düzenlemeye sahiptir.Ve böyle bir durumda bölge sıcaklıkları hava ayar valflerine elle ayarlama yapmak suretiyle pack çıkış sıcaklığı başüstü panelindeki kontrolleri kullanarak manuel kontrol edilebilir.

6.1.1 Hava ayar valfi

Sıcaklık kontrol sisteminin en önemli elemanı olarak hava ayar valfini sayabiliriz. Bu valf sıcak hava akımı ile paket ünitelerden gelen soğuk hava akımını karıştırarak kabinlerde olması istenen sıcaklık değerine ulaşabilmeyi sağlar.

Ön kargoda bulunan dört adet valften sol tarafta kalan pilot kabinine ait , diğerleri ise yolcu kabinlerine aittir. Valflerin dizaynı aynı olmakla birlikte , pilot kabinine ait olan hava ayar valfinin boyutları daha küçüktür. Yapısal olarak ; gövde , pozisyon transmitter çalıştırıcısı ve çalıştırıcı motorundan oluşur. Elektrikle çalışan hava ayar valfinin motoruna enerji gelmediği anda valf kelebeği bulunduğu pozisyonda kalır . Hava ayar valfinin açılma ve kapanma süresi 16 – 20 saniye arasında dır.

Hava ayar valfleri otomatik ve elle çalışma pozisyonlarına sahiptir :

Otomatik pozisyonda ; bağlı olduğu bölgenin sıcaklık kontrolörü tarafından çalıştırılır ve pilot kabininden sıcaklık selektörüne girilen sıcaklık değerine göre sıcak hava akımına yön verir.

Manuel pozisyonda ; ayar valfi tamamen sıcaklık selektörü tarafından kontrol edilir ve seçilen sıcak veya soğuk sıcaklık değerlerine ulaşana kadar hava akımına yön verir.

6.1.2 Sıcaklık kontrolörü

Modüler yapılu bir elektronik ünite olan kontrolör kendisine gelen sinyalleri değerlendirerek sıcaklık kontrolünü sağlamak üzere daha önce açıklanan yerlere kumanda sinyalleri gönderir. Kontrolör modüler yapılu bir ünedir; power modül, input modül, modülatör modül, gate modül, output modül ve test devresinden oluşur.

Power modül ; uçak elektrik ağından gelen 115 V ve 400 Hz elektriği pozitif ve negatif 15.5 ; 15 ; 1.9 V DC ' ye çevirir.

Input modül ; sıcaklık selektöründen gelen istek sinyali ile kompartımandaki sıcaklık kontrol sensörü sinyalini karşılaştırır, gerekirse çıkış sinyali üretir. Kanal sıcaklık sensörü tarafından, kanalda aşırı ısınma veya soğumayı önlemek üzere üretilen sinyalinin kutupsal ve genlik değerleri, kontrolör kaynaklı çalışan kontrol valf çalıştırıcısının çalışma oran ve doğrultusunu belirler.

Modülator modül ; input modül sinyalini , hava ayar valfini çalıştırmak üzere, çalıştırıcı yaylarına iletir.

Gate modül ; açma ve kapama sürücüleri olarak iki ayrı kanal içerir ayrıca aşırı akım koruma devresine sahiptir.

Output modül ; hava ayar valfi ve aşırı akım koruması için iki ayrı kanal içerir.

6.2 Kargo Kompartımanı Sıcaklık Kontrol Sistemi

Kargo kompartımanı sıcaklık kontrolü ; klima sistemi sıcaklık kontrol alt sistemi tarafından yapılır. Kontrol manuel veya otomatik olabilir. Sistem , kargo sıcaklığını önceden belirlenen değerde sabit tutmaya çalışır. İki kargo için sistem aynı olsa bile ön kargo sıcaklığı isteğe bağlıdır.

Kargo kompartımanları hava kaynakları; yolcu kabinleri ve sıcak hava manifoldlarıdır . Dağıtım sistemi ile yolcu kabinlerine ulaşan hava burayı havalandırdıktan sonra kabin tabanında bulunan orifislerden kargo kompartımanı duvarları ve dış kaplama arasına akar. Sıcak hava manifoldundan gelen temiz ve sıcak hava da kabin havasına karışarak istenen sıcaklık şartını sağlarlar.

Kargo kompartımanları sıcaklık kontrolü birbirinin aynı fakat bağımsız çalışan iki ünite tarafından gerçekleştirilir. Üniteler : pilot kabinindeki sıcaklık selektörü ile bağlantılı bir sıcaklık kontrolörüne sahiptir. Ayrıca kargoda bulunan iki sıcaklık sensörü ile pilot

kabine sıcaklık bilgisi ileilmektedir. Pilot kabinde kargo ile ilgili hata ve valf pozisyon göstergeleri de mevcuttur.

Sıcaklık kontrolörü otomatik (AUTO) konumda iken , pilot kabininden gelen sıcaklık istek sinyali ve kargo sensörlerinden gelen değeri karşılaştırarak hava ayar valfine bilgi göndererek karışım yapılmasını sağlar. Manuel konum seçilirse , kontrolör çalışmaz ve hava ayar valfi manuel çalıştırılır.

Sıcaklık isteğinin yükseltilmesi ile selektörden kontrolöre sinyal gelir. Bu sinyal güçlendirilir ve değerlendirilerek çıkış sinyali olarak hava ayar valfi çalıştırıcısının açma yaylarını harekete geçirmek üzere gönderilir.

Sıcaklık selektörünün daha düşük bir değere getirilmesi halinde aynı işlemler zıt kutupta olmak şartı ile gerçekleştirilir. Bu sinyal çalıştırıcını kapama yaylarına kumanda eder.

Herhangi bir istek olmaması halinde kontrolör balansı ; kompartımanın hissedilen sıcaklığı ile sıcaklık istek sinyalinin eşit olması ile sağlanır. Bu durumda hava ayar valfine hiçbir çıkış sinyali gönderilmez.

Kargo kompartımanı sıcaklık kontrol sisteminin durdurulması; ayırma valfi switchinin serbest kalması ile sağlanır.

Kargo kompartımanını dolaşan hava daha sonra çıkarma fanları yardımı ile uçak dışına tahliye edilir.

Kargo kompartımanında herhangi bir duman oluşması halinde, kargoda bulunan duman dedektörleri bunu hisseder ve çıkarma fanları durdurularak ayırma valfi kapanır. Böylece yangın oluşan bölge diğer bölümlerden izole edilmiş olur.

6.2.1 Kargo kompartımanı hava ayar valfi

Valf , sıcaklık kontrolörünün isteği doğrultusunda , kargo kompartımanlarını istenilen sıcaklık değerinde tutmayı sağlar ve elektrikle çalışır.

Valf gövdesi içinde bir kelebek ve alıştırıcı ikinci sonsuz dişlisine uzanan bir kelebek şaftından oluşur.

alıştırıcı ise ; birinci sosuz dişli, kayar kavrama , iki adet kam ve yardımcı limit switchlerden oluşan kam mili ve ikinci sonsuz dişliden oluşur.

alıştırıcı motoruna enerji verildiğinde ; motor birinci dişliyi dönderir dönü hareketi kayar kavrama ve ikinci dişli üzerinden kam miline oradan da kelebek şaftına iletilir. Elektrik motoru enerjisiz kaldığında , her iki sonsuz dişli kelebeği statik konumda tutar.

6.2.2 Kargo Kompartımanı Ayırma Valfi

Valf kelebek valf tipindedir ve bir alıştırıcı tarafından kontrol edilir. Normal şartlarda kargo kompartımanına hava sirkülasyonunu sağlayacak şekilde açık pozisyonudadır. Ancak duman dedektörlerinden herhangi bir duman hissi oluşması halinde valf tamamen kapalı pozisyona geçer ve dumanın başka bölümlere dağılması engellenmiş olur. Aynı anda pilot kabininde 'DUMAN (SMOKE) ' ikazı oluşur. Kapama işleminin tamamlanması halinde ayırma valfi kontrol rölesi enerjilenir ve fanları aktif hale getirir.

6.2.3 ıkarma valfi

Bu fan normal şartlar altında , istenen ortam sıcaklığını sabit tutmak ve sirkülasyona yardımcı olmak üzere hava akımı sağlar. Ancak herhangi bir duman hissi ile ayırma valfi kapanınca valf de enerjisiz kalır.

Fan motorunun stator sıcaklığı 90 °C 'a ulaşırsa ; termal switchler açılır ve fan güç rölesi enerjisiz kalır.

6.2.4 Sıcaklık Kontrol Sensörleri

Sensörler kargo kompartımanı sıcaklığını ve kanal girişı hava sıcaklığını hisseder ve değeri sinyal olarak sıcaklık kontrolörüne iletirler. İki duyar eleman 6 uçlu elektrik bağlantısı olan bir gövdeye yerleştirilmiştir. Sıcaklık değişimi ile uzar ve akım oluşturarak bunu kontrolöre iletirler.



7. KLİMA SİSTEMİ DAĞITIM ALT SİSTEMİ

Dağıtım sistemi ; şartlandırılmış havanın, basınçlandırılmış gövde kompartımanları içinde dolaştırılması ve sonra bu havanın ya bölgeden bölgeye ya da uçak dışına yönlendirilmesi amacını yerine getirir.

Şartlandırılmış hava; paket ünitelerden çıkarak soğuk hava manifolduna gelir, buradan pilot kabine ve yolcu kompartımanlarına kanalize edilir. En iyi sıcaklık kontrolünün sağlanması için, yolcu kabini; ön, orta ve arka kabin olmak üzere üç bağımsız bölgeye bölünmüştür.

Şartlandırılmamış yani paket klima ünitelerine girmeyip herhangi bir prosese uğramamış olan sıcak hava ; her bir paket ünitenin akış kontrol valfleri çıkışı üzerinden , sıcak hava manifolduna gönderilir. Bu hava daha sonra,; paket klima ünitesi çıkış havasını her bölgenin istediği sıcaklığa düzenlemek üzere; sıcaklık kontrol sistemi tarafından ayar (trim) havası olarak kullanılacaktır.

Hava dağıtımı; ana kabin dağıtım kanalı,pilot kabini kanalı ve lavabo / mutfak vantilasyonu için özel bir kanal ile gerçekleşir. İsteğe bağlı olarak, şartlandırılmış taze hava, yolcu özel havalandırma çıkışlarına dağıtılır. Her bir kabin bölgesindeki havayı ana dağıtım kanalına göndermek üzere elektrikli fan kullanılır. Fanlar yardımı ile tahliye edilen bu kullanılmış hava, ana dağıtım kanalında taze hava ile karıştırılmak üzere kullanılır. Pilot kabini ve yolcu kabinleri havası buraları havalandırdıktan sonra; kompartıman tabanında bulunan yer seviyesi çıkışları ile kabin duvarlarına yönlendirilir veya doğrudan mutfak / lavabo havalandırma sistemi üzerinden uçak dışına atılır. Kabinin üst kısımlarından çekilen hava ise elektrik ve elektronik ekipmanlarının soğutulması, kargo kompartımanının ısıtılması ve havalandırılması ve basınçlandırılmış bölge tabanındaki genel havalandırma için kullanılır. Hava daha sonra gövdedeki bütün basınç düzenlemesini yapan çıkış valfleri vasıtası ile dışarı atılır.

Bir duman denetleme sistemi ; kabinler ile taban bölgesindeki dağıtım sistemi bağlantısını çalıştırır, buna bağlı olarak : Ön kargo kompartımanı tabanı altında bulunan sıcak ve soğuk hava manifoldları ; şartlandırılmış havayı karıştırıp dağıtma işlemini yaparlar.

Paket klima ünitelerinden gelen soğuk hava check valfler vasıtası ile soğuk hava manifolduna yönlendirilir. Burada, pilot kabini ve üç kabin bölgesi için dört kanala ayrılır. Akış kontrol valflerinden çıkan sıcak hava ise, check valfler ve basınç regülatörü üzerinden sıcak hava manifolduna yönlendirilir. Hava ayar valfleri sıcaklık kontrol sistemi tarafından çalıştırılır ve pilot kabini ile kabin bölgeleri hava karışım hücrelerine gönderilecek sıcak hava miktarını düzenler. Sıcak hava manifoldundan gelen hava , kargo kompartımanı kanallarına da gönderilir.

7.1 Pilot Kabini Hava Dağıtım Sistemi

Pilot kabini hava dağıtım sistemi; ön kargo kompartımanı tabanı altına yerleştirilmiş sıcak ve soğuk hava manifoldlarına bağlı bir ana besleme kanalından oluşur. Bu ana kanal pilot kabini içinde sol duvardan yukarı doğru yönlendirilmiş olup aşağıda belirtilen elemanlara hava temin eder.

- Ön cam panelinin altında bulunan havalandırma borusu.
- Tavanda bulunan hava çıkış ağzı.
- Solda kabin tabanında bulunan hava çıkış ağzı.
- Her bir kabin üyesi istasyonu için 4 özel hava çıkış ağzı.

Ön cam paneli altındaki havalandırma borusu ile taban ve tavan çıkışlarından gönderilecek hava miktarı, bu ağızlar üzerindeki elemanlar yardımıyla, hava miktarını belirleyen kanatçıklara kumanda edilerek manuel olarak ayarlanabilmektedir. Minimum akış pozisyonunda dahi ; taban ve tavan çıkışlarından yaklaşık %30 hava akımı sabit olarak devam etmektedir. Dört özel hava çıkış ağzında ise hava yönü ve miktarı ayarlanabilir şekilde dizayn edilmiştir.

7.2 Yolcu Kabini Hava Dağıtım Sistemi

Dağıtım kanalları her bir kabin bölmesi için ayrıdır. Bu kanallar; yüksek kanal, ana kaynak kanalı ve kabin hava çıkış kanallarıdır.

Bütün taze hava kanalları, reçine ve yaprak halindeki fiberglas ile kanalların birbirine yapıştırılmasından oluşur. Bu kanallar, Hypalon malzemesi ile kaplı cam yünü veya polietilen köpükten imal edilen yalıtım tabakası ile kaplıdır. Kanallar uçak iskeletinin yada gövdesinin yapısal kollarına mungeneler vasıtası ile tutturulmuştur. Kanallarda uzama ve kasılmalara müsaade etmek için bağlantı yerlerinde fiberglasla güçlendirilmiş silikon yapraklar kullanılmıştır.

Kabin ve kapı hava çıkışları ile kabin boyunca hava dağıtımını gerçekleştirirken koltuk üst seviyesindeki hava akımı minimize edecek şekilde dizayn edilmiştir. Böylece yolcunun hemen başı üzerinden gelecek rahatsız edici akım önlenmiş olur.

Kabin hava çıkışları hava içindeki yoğunlaşmış suyu tutacak şekilde dizayn edilmişlerdir. Çıkış ağızlarına, değiştirilebilir ve şerit şeklinde olan keçe pedler yerleştirilmiştir.

7.2.1 Check valfler

Her bir check valf, yaylarla kapalı konuma asılı kalan yarı dairesel kanatçıklardan oluşur. İlerleyen yöndeki hava akımı yayların kuvvetini yener ve kanatçıkları ya da diğer adı ile flapları açık konuma getirerek akışı gerçekleştirir. Hava akımı azalacak yada herhangi bir nedenle yön değiştirecek olursa kanatçıkların zıt yöne dönmesi yapısal olarak engellendiğinden ters akış gerçekleşmez.

7.2.2 Filtreler

Filtre kullanım havası içindeki toz ve nikotini tutmak üzere kullanılır.

Filtre; merkezkaç prensibi ile çalışan bir (ayrıştırıcı) seperatör , bir filtre elementi ve hafif alaşım bir gövdeden oluşur.

Hava, içindeki partiküllerin çoğunluğunu bıraktığı seperatör içine üfleyiciler tarafından emilir ve burada taşıdığı toz, duman ve nikotin artıklarından temizlenir.

Hava Filtreleri : Her bir filtre, bir filtre yuvası ve bir anafor hücresinden (swirl chamber) oluşur. Anafor hücresi içinde partiküller havadan ayrılır ve ayrı bir hava bağlantı hattı ile uçak dışına tahliye edilir.

7.2.3 Kabin fanları

Her bir fan üç faz, sincap kafesi indüksiyon motorundan oluşur. Bu motorlar dökme alüminyumdan yapılmış 14 pervaneden oluşan fan ile çalıştırılır. Fan devamlı kullanımda, yaklaşık 7800 devir/dakika sabit devirde çalışacak şekilde dizayn edilmiştir. Termal switchler (fan motor statoruna bağlanan) , stator sıcaklığı 90 °C ' ı geçince fana olan güç kaynağını keserler. Kabin tavan paneli üzerindeki uçak yapısına titreşim sönümleyici küçük delikler yerleştirilmiştir.

Fan yuvasındaki oklar dönme doğrultusunu ve hava akış doğrultusunu gösterir. Her bir fan için kullanılan kanallar, ilgili bölgenin ana kaynak hattına bağlanırlar.

7.2.4 Arıza denetimi

Eğer fan motorunun stator sıcaklığı 90 °C ' a yükselirse, termal switchler güç rölesini enerjisiz bırakmak için açık konuma geçerler, böylece fan güç kaynağı devreden çıkmış olur. Hata kontrol rölesi toprak hattını kapatır.

Fanları yeniden çalıştırmak için kabin fanları (CABIN FANS) basma switchini 'OFF/R' pozisyonuna almak yeterlidir. Fanların yeniden ayarlanması sadece bir arızadan sonra olmalıdır.

8. HAVANIN YENİDEN KULLANILMASI

Bir miktar kabin havasının taze hava kaynağına eklenip yeniden dağıtım yapılması her bir kabin bölgesindeki elektrikli fanlarla sağlanır. Her bir fan ve bölge ana kaynak kanalı arasındaki kanalda bulunan check valf , havanın geri akmasını önler. Her bir fan girişine konmuş hava filtreleri ise yeniden kullanılan hava içindeki partikülleri ayırma amacıyla kullanılır. (Bu filtreler daha önce açıklanmıştı.)

Kontroller ve Göstergeler :

Kabin fanları; pilot kabini başüstü panelinde bulunan (VENT) havalandırma panelindeki (CABIN FANS) kabin fanları switch'i ile kontrol edilir. Herhangi bir fan arızası olması halinde; bir uyarı lambası yanar. Yan panelde 'FAN MONITOR' bölgesinde her bir fan için ayrı bir ışık vardır.

9. LAVABO VE MUTFAK HAVALANDIRMASI

Lavabo ve mutfak bölümleri ; kabinden taze hava karışımı ile gelen havanın kullanıldığı bir havalandırma sistemine sahiptir. Karışım havası, kabin dağıtım kanallarından alınarak özel çıkışlar üzerinden bu bölümlere gönderilir. İstenmeyen kokuların kabine girmesini önlemek için lavabo mutfak havası ortamı havalandırdıktan sonra kanallarla dışarı atılmaktadır.

9.1 Lavabo ve Mutfak Havalandırması Kaynak Havası

Şartlandırılmış hava, kabin dağıtım kanalından her bir lavabo / tuvalet ve seçilmiş olan mutfağa (uçaktaki tüm mutfaklar kullanılmıyor olabilir) gönderilmektedir. Kabin hattından ayrılan kanal girişinde bulunan sınırlayıcılar ; basınç seviyesini her bir özel çıkış için uygun değere yükseltirler. Bu özel hava çıkışlarındaki havanın miktarı ve yönü ayarlanabilir. Lavabo / tuvalet çıkışları hemen aynanın alt kısmına yerleştirilmiştir. Lavabo ve mutfak kısmına kanalize edilen havanın büyük kısmı kabinden emilen ortam havasıdır.

9.2 Lavabo ve Mutfak Havası Tahliye Sistemi

Lavabo ve mutfak kullanım havası kabin tavan paneli üzerinde bulunan kanal ile tahliye olur. Bu kanal bütün kabin boyunca ilerler, arka sol tuvaletin yanından uçak gövdesinden aşağı doğru iner ve arka kabin altında bulunan bir ventüri ile son bulur.

Ventürinin fonksiyonu; sistemden akıp giden havanın hızını düşürmek ve egzost ağzı boyunca kabin basıncı kaybını minimize etmektir.

Tahliye kanalı; reçine ve fiberglas malzeme ile içiçe geçmiş bir çok bölümden üretilmiştir. Bütün kanal boyunca yerleştirilmiş, ancak kapatılmış olarak bırakılmış branşmanlar istenildiği takdirde daha çok lavabo – mutfak yapılmasına izin vermektedir. Her üç kabin dağıtım bölgesinde bir adet emiş hattı sıcaklık sensörü bu kanala bağlanmıştır. Bu

sensörler, emiş hattındaki kabinden gelen havanın sıcaklığını hissederek kabin içinde olması gereken sıcaklığın sağlanmasını garanti ederler.

Uçak uçarken, kabin fark basıncı, havanın çıkarılmasını sağlarken, uçak yerde iken tahliye fanları otomatik olarak harekete geçer ve tahliye işlemini sağlar. Ayrıca , tahliye fanları, uçak uçarken ; kabin fark basıncı 1 psi'in altına düşerse otomatik olarak çalışırlar.

9.3 Kontrol ve Göstergeler

Yatay bakım panelinin fan göstergeleri (FANS MONITOR) bölümünde bulunan Lavabo-mutfak hata uyarı lambası fanda oluşacak bir arızanın gösterimini, dolayısıyla farkedilip giderilmesini sağlar.

9.4 Tahliye Fanları

Lavabo ve mutfak tahliye fanları ; üç faz, sincap kafesli indüksiyon motoru ve bunun çevirdiği dökme alüminyum fan göbeği ile onun sekiz adet yüksek etkili fan kanatlarından oluşur. Fan devamlı olarak , yaklaşık 11.500 devir/dakika hızda çalışacak şekilde dizayn edilmiştir. Fan motoru statoruna yerleştirilmiş olan termal switchler ; şayet stator sıcaklığı 90 °C 'ı geçerse motorun güç kaynağını keser.

Fan ; uçağın arka kabin alt kompartımanında , uçak iskeletine kollarla sabitlenmiştir. Fan kafesi üzerindeki oklar havanın akış yönünü ve doğrultusunu göstermektedir. Fan muhafazasının girişinin sonu V- mengene ile tahliye kanalına bağlanmıştır. Fan ventürü bölgesine ise körüklerle bağlıdır.

9.5 Arıza Denetimi

Sistemde oluşacak arızanın gösterimi (LAV & GALLEY MFA) lavabo ve mutfak hata bildiricisinin çalışması ile sağlanır. Hata kontrol rölesi aşağıdaki durumlarda enerjilenir ve uyarı verir ;

- Bir fanın termal switch' açılırsa,
- Fan güç rölesi arızalanırsa veya çalışmazsa,
- Uçak yerde iken veya kabin fark basıncı 1 psi'dan büyük ise.



10. DAĞITIM SİSTEMİ AVİONİK HAVALANDIRMASI ALT SİSTEMİ

10.1 Avionik Kompartımanın Havalandırılması

Uçak elektronik sistemi ve ekipmanlarının bulunduğu bölüm avionik olarak adlandırılır. Avionik havalandırma sistemi ; şartlandırılmış havanın pilot kabinine ulaştırılması, elektrik ve elektronik ekipmanların havalandırılmasını sağlar. Kullanılan hava; soğutucu paket klima ünitelerinden sıcak ve soğuk hava manifoldlarına gelen şartlandırılmış havadır. Elektrik ve elektronik ekipmanların havalandırılması aşağıdaki kaynaklarca sağlanır.

- Uçak yerde iken ve klima sistemi çalışmıyorken ; açık durumdaki avionik kompartıman kapısından giren dış hava ile veya kapı kapalı ise ortam havası ile havalandırılır.

- Uçak yerde, klima sistemi çalışırken veya uçuş esnasında ; pilot kabininden gelen ortam havası ve şartlandırılmış hava karışımı ile havalandırma sağlanır.

Hava , elektrik-elektronik ekipmanlar çevresinde boylu boyunca eser ve daha sonra hava boşaltım sistemiyle tahliye olur.

10.2 Pilot Kabinindeki Ekipmanların Hava Dağıtım Sistemi

Dağıtım sistemi; sıcak ve soğuk hava manifoldlarına bağlı bir ana kaynak hattından oluşur ve ön kargo kompartımanı tabanı altında yer alır. Bu ana kanal gövdenin sol duvarı boyunca ilerler ve uçuş kompartımanındaki şu elemanlara havayı yönlendirir.

- Ön cam paneli altındaki havalandırma borusuna,
- Tavandaki hava çıkış ağzına,
- Yer seviyesinde (taban), solda bulunan hava çıkış ağzına,
- Her bir uçuş elemanı bölgesindeki özel hava çıkış ağızlarına.

Ön cam altındaki boruya, taban ve tavan çıkışlarına gönderilen hava miktarı kanatçıklara kumanda edilerek ayarlanabilmektedir.

Minimum akım pozisyonunda olsa bile; taban ve tavan çıkışlarından % 30 oranında sabit bir hava akımı olacak şekilde dizayn edilmiştir. Dört özel hava çıkışında ise havanın yönü ve doğrultusu ayarlanabilmektedir.

10.3 Elektronik Ekipman Raflarının Havalandırması

Havalandırma esas olarak ; pilot kabini sağ ve sol elektronik racklar, seyrüsefer ekipmanları ve ana enstrümanlar paneli için sağlanmaktadır.

Havalandırma aşağıdaki soğutma prensipleri ile gerçekleştirilmektedir.

10.4 Üfleme Sistemi

Hava, uçuş kompartımanı altında bulunan avionik kompartımandaki hava girişine bir check valf, bir filtre ve bir susturucu üzerinden sağlanır.

Üfleyiciler, üfleme sistemi besleme kanalları üzerindeki iki check valf ile sisteme bağlıdır. Hava akımı, hava akımı dedektörleri tarafından kontrol edilir. Üfleyicilerde arıza olması halinde, hava pilot kabini dağıtım sisteminden bir check valf yardımı ile üfleme sistemine aktarılır.

10.5 Batarya Soğutucu Fan İle Havalandırma

Uçak yerde iken , bataryaların havalandırılması ; bataryalar havalandırma sistemine yerleştirilmiş olan fan ile sağlanır. Fan, tek basamaklı santrifüj tiptir ve tek faz asenkron

elektrik motoru ile çalışır. Fan üzerinde (MFA) hata bildiricisi tarafından beslenen bir hız denetleme elektronik sistemi vardır.

Bataryaların havalandırılması yerde iken soğutucu fanlarla, havada iken kabin fark basıncı ile sağlanır. Fanın çalışması, kabin fark basıncını hisseden fark basınç switchleri ile kontrol edilir.

Uçak yerde iken ; fan, uçak elektrik ağı enerjili olduğu sürece çalışır. Uçak uçarken, kabin fark basıncı 92 mb (1,3psi) 'a ulaşınca kadar fan çalışmaz, kabin basınçlandırılır ve havalandırma kabin ile dışarı arasında doğan basınç farkıyla sağlanır. Fanın çalışması inişte yeniden başlar, bu arada fark basıncı 78 mb (1,1psi) altına düşmüştür.

Eğer , uçak yerde iken fan çalışmazsa veya kabin fark basıncı 92 mb (1,3 psi) üzerinde iken durmazsa ; fan iç hız dedektör sistemi (FANS MONITOR / BAT memorized fault annunciator) fan göstergeleri hata bildiricisine sinyal gönderir. Eğer arıza 10 saniyeden fazla devam ederse hata bildiricisi çalışır ve uyarı verir.

10.5.1 Susturucular

Üfleme sisteminin girişine ve üfleyicilerin çıkışına yerleştirilmişlerdir. Bunlar üfleyicilerden doğacak gürültüyü önlerler.

10.5.2 Filtre

Filtre, üfleme sistemi hava kaynağında olan toz ve nikotin artıklarını havadan ayırmak için kullanılır. Filtre; bir seperatör, bir filtre elementinden oluşur. Bu elemanlar hafif alaşım esaslıdır .

Üfleyiciler tarafından emilen hava seperatöre akar ve bundan geçerken taşıdığı partiküllerden ayrılır. Bu artık partiküller , tozlar ve diğer kirleticiler , boşaltım sistemi ile

boşaltılır. Hava daha sonra filtreye girer ve burada bünyesinde arta kalan kir , toz ve nikotin artıklarından temizlenir.

10.5.3 Kaynak Hava Check Valfleri

Check valfler , üfleyici çıkışlarına konmuştur ve şartlandırılmış havanın üfleme sistemi kaynak hava girişine kaçmasını önlemek için dizayn edilmiştir. Check valf, yarı dairesel kanatçık (flap) tipindedir ve yay yükleri ile kapalı pozisyonda durmaktadır. Bütün check valf gövdelerine kazınmış olan oklar, havanın akış doğrultusunu göstermektedir.

10.5.4 Üfleyiciler

Üfleyiciler uçak yerde veya havada iken havanın elektrik ve elektronik ekipmanlara üflenmesini sağlarlar. Her bir üfleyici aksiyal tiptedir ve 115 VAC elektrik motoru ile çalışırlar. Motor devri düşük hızda 5900 rpm, yüksek hızda 11800 rpm ' dedir.

Normal çalışma durumunda (BLOWERS) üfleyiciler switchi basılıdır. üfleyicilerden biri düşük veya yüksek hızda çalışır.

- Yüksek hız; yerde ve motorlarla paket klima ünitesiler kapalı.
- Düşük hız; En az bir motor çalışırken, En az bir paket klima ünitesi çalışırken, Motorların başlangıç düzeninde.

Üfleyiciler başlangıçta, 10 sn. Süre ile düşük hızda çalışır ve sonra yüksek hıza geçer.

Bir jeneratör, her bir uçuş için motor birden çalışmaya başladığında, üfleyiciler arasında sistematik bir çalışma oluşmasını sağlar.

boşaltılır. Hava daha sonra filtreye girer ve burada bünyesinde arta kalan kir , toz ve nikotin artıklarından temizlenir.

10.5.3 Kaynak Hava Check Valfleri

Check valfler , üfleyici çıkışlarına konmuştur ve şartlandırılmış havanın üfleme sistemi kaynak hava girişine kaçmasını önlemek için dizayn edilmiştir. Check valf, yarı dairesel kanatçık (flap) tipindedir ve yay yükleri ile kapalı pozisyonda durmaktadır. Bütün check valf gövdelerine kazınmış olan oklar, havanın akış doğrultusunu göstermektedir.

10.5.4 Üfleyiciler

Üfleyiciler uçak yerde veya havada iken havanın elektrik ve elektronik ekipmanlara üflenmesini sağlarlar. Her bir üfleyici aksiyal tiptedir ve 115 VAC elektrik motoru ile çalışırlar. Motor devri düşük hızda 5900 rpm, yüksek hızda 11800 rpm ' dedir.

Normal çalışma durumunda (BLOWERS) üfleyiciler switchi basılıdır. üfleyicilerden biri düşük veya yüksek hızda çalışır.

- Yüksek hız; yerde ve motorlarla paket klima ünitesiler kapalı.
- Düşük hız; En az bir motor çalışırken, En az bir paket klima ünitesi çalışırken, Motorların başlangıç düzeninde.

Üfleyiciler başlangıçta, 10 sn. Süre ile düşük hızda çalışır ve sonra yüksek hıza geçer.

Bir jeneratör, her bir uçuş için motor birden çalışmaya başladığında, üfleyiciler arasında sistematik bir çalışma oluşmasını sağlar.

10.5.4.1 Aktif üfleyicilerin arızalanması

Üfleme sisteminde yetersiz hava akımını hava akımı dedektörleri hisseder ve yaklaşık 3 dakika 10 sn.lik bir gecikme ile şu uyarıları verirler ;

- Üfleyiciler basma switchindeki 'Flow' (Akış) lambası yanar.
- Üfleyiciler otomatik olarak kapanır .
- Avionik üfleyicileri (AVNC BLOWER) lambası yanar.
- WLDP'de sesli ve ışıklı uyarı olur.
- Sol ECAM gösterge ünitesinde mesaj oluşur.
- Yer uyarıları harekete geçer.

Hareketin doğrulanması için üfleyiciler switchinin serbest bırakılarak diğer üfleyicilerin switchlerinin de atmasının sağlanması gerekir. Üfleyiciler (BLOWERS) switchine basılınca şunlar olur ;

- Üfleyiciler basma switchindeki (FLOW) akış lambası söner.
- Üfleyiciler basma switchinde 'ALTN' bölgesi belirir.
- Merkezi uyarılar ve yer uyarıları kaybolur.

10.5.4.2 İki üfleyicinin arızalanması

Böyle bir arıza olması halinde 10 sn. içinde uyarılar gelmeye başlar ve hava akımı pilot kabini hava dağıtım sisteminden sağlanır.

10.5.5 Üfleyici Check Valfleri

Üfleme sisteminde üfleyicilerin çıkışına yerleştirilmiştir. Kullanılmayan havanın üfleyicilerden dışarı kaçmasını önlemek için kullanılırlar.

10.5.6 Klima sistemi check valfleri

Şartlandırılmış hava besleme sistemindeki üfleyici çıkışlarına yerleştirilmişlerdir. Valf:

- Normal koşullarda kapalıdır (Bir üfleyici çalışırken).
- Anormal şartlarda; şartlandırılmış havanın ana panel ve elektronik ünitelere ulaşmasını sağlamak için açıktır.

Valf gövdesindeki ok havanın akış doğrultusunu gösterir.

10.5.7 Hava Akış Dedektörü

Üfleyiciler çıkışında bulunurlar. Denetleme bir termistör tarafından yapılır. Termistör hava akışı ile soğur. Dedektör, üfleyicinin çalışma hızlarına bağlı olarak yüksek hız ve düşük hız olmak üzere iki denetleme seviyesine sahiptir. Üç dakika ve daha uzun periyotlar süresince hava akışı yetersiz olursa uyarı verir.

10.6 Avionik Havası Tahliye Sistemi

10.6.1 Tahliye fanı

Hava bu fan yardımı ile dışarı çıkarılır. Boşaltılan hava kesinlikle havalandırılan bölgelere veya ekipmanlara geri dönmeyecek şekilde iç tahliye veya dış tahliye valflerine kanalize edilir. Fanın veya iç tahliye valfin arızalanması halinde dış tahliye yarı açık kalabilir, böylece hava kabin ile dış ortam arasındaki basınç farkından dolayı dışarı kolayca atılır.

Boşaltım sistemine gelebilecek hasar riskinden uzaklaşabilmek için ana boşaltım manifoldları avionik kompartıman altına yerleştirilmiştir. Manifoldlarda duman dedektörleri de bulunmaktadır.

10.6.2 Merkezi Uyarılar

Düşük akış uyarısı : (EXTRACT) tahliye basma switchinde (FLOW) akış bölgesinin aydınlanması ile ;

- Tek çan sesli uyarı sistemi çalışır,
- Gösterge panelinde (WLDP), hava (AIR) uyarı ışığı yanar,
- Sol ECAM gösterge ünitesinde mesaj belirir.

Dış tahliye valfi pozisyon hatası uyarısı :

Dış tahliye valfi basma switchinde (FAULT) hata yazısı aydınlanırken ;

- Tek çan sesli uyarı sistemi çalışır,
- Gösterge panelinde (WLDP), hava (AIR) uyarı ışığı yanar,
- Sol ECAM gösterge ünitesinde mesaj belirir ve sağ ECAM gösterge ünitesinde (CAB PRESS) kabin basıncı sayfasında mesaj oluşur.

10.6.3 Hava akışı dedektörleri

Boşaltım sisteminde, tahliye fanı girişine yerleştirilmiştir. Üç dakikadan fazla yetersiz hava akımı algılsa uyarı sistemlerinin çalışmasına neden olur. Denetleme hava akışı ile soğuyan bir termistör ile sağlanır. Denetleme seviyesi tahliye fanının düşük veya yüksek hızda çalışmasına göre ayarlanabilir.

10.6.4 Dış tahliye valfi (Overboard extract valf)

Bu valf tahliye fanının çıkışına yerleştirilmiştir ve tahliye havasını tamamen uçak dışına atar. Valf elektrik motoru ve çalıştırıcısı ile kontrol edilir. Çalıştırıcı ; motorun dönü hareketini, doğrusal harekete çevirerek açılır veya kapanır.

Valfin üç pozisyonu vardır; bunlar tam açık, orta ve tam kapalı pozisyonudur.

Pozisyonlar motora gelen güç kaynağının bir mikroswitch vasıtasıyla kesilmesi ile sağlanır.

Valfin, motor arızası olması riskine karşı elektrik açma kapama yapılabilecek bir tutamağı vardır. Normal şartlarda bu tutamak kilitlidir ve (PUSH) itme yönünde basılmakla kilidi çözülür.

10.6.5 İç tahliye valfi

Bu valf tahliye fanının çıkışına yerleştirilmiştir ve dış tahliye valfinin kapalı olması halinde boşaltılan havanın ön kargo kompartımanı tabanından tahliyesini sağlar.

Valf kelebek tipindedir, elektrikle çalıştırılır. Tam açık ve tam kapalı pozisyonları vardır. İki limit microswitch'ı valfin bu pozisyonlarını gösterir. Valfin ayrıca bir görsel pozisyon indikatörü vardır.

10.6.6 Otomatik Normal Çalışma Hali

- Tahliye basma switchi basılıdır.
- Dış Tahliye Valfi (OVBD VALVE) basma switchi basılıdır (AUTO'dadır).

Uçak yerde ve motor kapalı ise; tahliye fanı yüksek hızda çalışır; dış tahliye valfi açıktır; iç tahliye valfi kapalıdır : normal hava boşaltım modu ile hava uçak dışına atılmaktadır.

Tahliye fanı çalışmaya başlayınca 30 sn. düşük hızda çalışır sonra yüksek hıza geçer.

Uçak havada veya yerde ve motor çalışıyor halde ise; tahliye fanı düşük hızda çalışır; dış tahliye valfi kapalıdır, iç tahliye valfi açıktır ; boşaltılan hava ön kargo kompartımanı tabanı altından dışarı atılır.

10.6.7 Hatalı çalışma

- **Yetersiz hava akışı :**

Yetersiz hava akışı şu arızaların olması halinde oluşur;

- Yerde, motorlar kapalı iken; tahliye fanı arızası veya dış tahliye valfinin kapanma pozisyonundaki bir arıza.
- Motorun çalışmasından hemen sonra yerde veya uçuş esnasında tahliye fanı arızası veya iç tahliye valfinin kapalı pozisyonunda arıza olması.

Hava akış dedektörü yetersiz hava akımını denetler ve üç dakikalık gecikme ile şu uyarıları oluşturur:

- (EXTRACT) Tahliye basma switchinde (FLOW) akış bölgesi aydınlanır,
- Yer uyarıları harekete geçer,
- Merkezi uyarılar harekete geçer ve sol ECAM gösterge ünitesinde mesaj oluşur.

Dış tahliye valfi pozisyon arızası:

Eğer motorların çalışması halinde valf kapanma pozisyonunda arızalanırsa, valf iç microswitchi şunlara neden olur;

- (OVBD) Dış tahliye valfi basma switchinde (FAULT) hata bölgesi aydınlanır,
- Merkezi uyarılar hareketlenir, sol ECAM gösterge ünitesinde mesaj belirir ve sağ ECAM gösterge ünitesinde (CAB PRESS) kabin basıncı sayfasında mesaj belirir.

Eğer normal hava boşaltım (extraction) modu arızalı ise (OVBD) dış tahliye modu ; (EXTRACT) tahliye basma switchinin serbest bırakılması ile seçilebilir. Bu hareketle dış tahliye valfinin oransal olarak açılıp kapanması sağlanır. Burada hava boşaltımı basınç farkı ile sağlanır.

10.6.8 Soğuk hava şartlarında yerde çalışma

Dış tahliye valfi (OVBD) basma switchinin serbest bırakılması ile kapatılabilir. Böylece tahliye fanı düşük hızda çalışırken iç tahliye valfi açılır ve bu sayede boşaltım ön kargo kompartımanı altından yapılır.

Denize inme söz konusu olursa : Dış akış valflerinin kapanması dış tahliye valfinin de kapanmasını sağlar.



11. KABİN BASINÇLANDIRMA SİSTEMİ

Kabin basınçlandırma sisteminin amacı ;

- Sürekli kabin basıncı sağlamak için otomatik basınç kontrolü sağlamak ve yolcu konforu için yükseklik ile kabin basıncı oranı değişimini ayarlayabilmek.
- Kabin ekibinin kabin basıncını kontrol etmesini sağlayabilmek.
- Aşırı basınca karşı önlem alabilmek.
- Kabin ekibine gerekirse manuel olarak kabin basıncını düşürme kontrolü sağlamak.

Kabin basınçlandırma ; basınçlandırılmış kompartımanlardan şartlandırılmış havanın tahliye edilecek miktarının kontrol edilmesi ile sağlanır.

Kabin basıncı kontrolü ve görüntülenmesi aşağıdaki elemanlarla gerçekleşir.

- Otomatik ve birbirinin aynı iki sistem vardır.
- Basınç tahliye valfleri uçak yerde iken tam bir basınç tahliyesi ve manuel kabin basınç kontrolü sağlar.
- Kabin fark basınç indikatörü, kabin hız indikatörü ve kabin altimetresi (yükseklik göstergesi) ; (CABIN PRESS) kabin basıncı paneline yerleştirilmiş olup otomatik ve manuel kabin basınç kontrolünün doğru çalışmasının kontrolüne hizmet ederler.

Uçuş Öncesi : Basınç kontrolü tamamen otomatik olduğu için ,uçuş elemanlarının ekibinin çalışması ; iniş yüksekliği selektörünün ayarı, indikasyonların kontrol edilmesi ve kabin basıncı (CABİN PRESS) panelindeki ayarlamaların yapılması ile sınırlandırılmıştır.

Basınçlandırma işlemi aşağıdaki şekillerde gerçekleşir :

Kalkıştan önce , aşağıdaki durumlar sözkonusu iken ;

- Uçak yerde (iniş takımları tam açık)
- İki motor çalışıyor (yağ basıncı normal)

- Gaz kollarından biri 22 °C 'nin üzerinde ise ,

Her bir kontrolör basınçlandırma valflerine bir kapama sinyali göndererek ,ilgili dış akış valflerinin kabin basınçlandırmasının 153 m / dak (500 ft/min) da $\Delta P = 0.0149$ bar (0.22 PSI)'a kadar ulaşmasını kontrol eder.

Kalkıştan 15 sn. sonra basınçlandırma sinyalleri iptal edilir. (Bazı uçaklar pilotu bilgilendirmek için gerekenleri yapması için sinyaller verir. Pilot bu işi yaptı ise sinyal ya otomatik kapanır yada pilot tarafından kapatılır.) Ve normal basınç kontrolü başlatılır. Bu süreç aktif sistem sürecidir. Aktif olmayan sistemin dışakış valfleri kapanır.

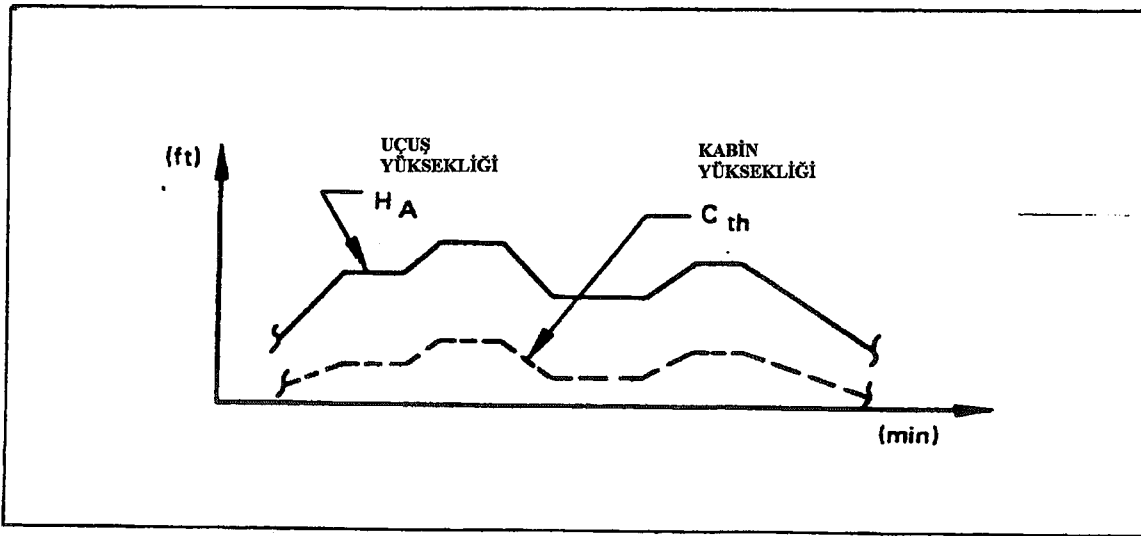
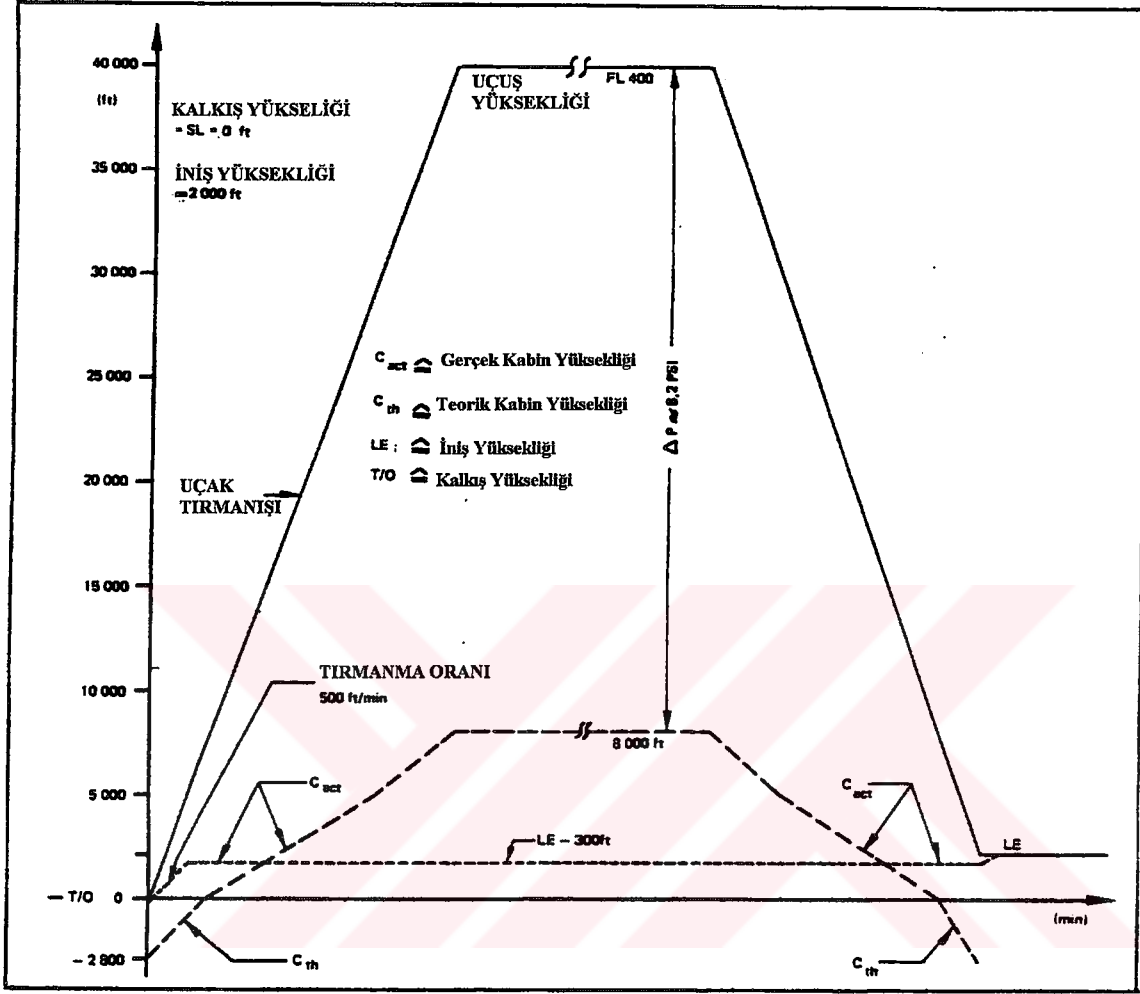
11.1 Kabin Basınç Kontrolü ve Gösterimi

Otomatik kabin basınç kontrolü iki özdeş sistem ile sağlanır. Bir sistem zamanlı çalışırken diğeri standby'da tutulur. Hava , basınçlandırılmış kompartımanlarından kabin basınç dış akış (outflow) valfleri üzerinden dışarı atılır. Bu valfler normal kontrol modunda iken elektrikle kumanda edilir ve aşırı kabin basınç ve yüksekliğini önlemek için pnömatik metotla kontrol edilirler. Basınç boşaltım valfleri ; basınç tahliyesini sağlar , uçak yerde iken uçağın basınçlandırılmasını önler, otomatik basınç kontrolünde arıza olması halinde , pilot kabininden çalıştırılacak bir switch ile manuel olarak basınç kontrolü sağlar.

Kabin fark basıncı göstergesi , altimetre (yükseklik göstergesi) ve dikey hız göstergesi uçuş ekibinin otomatik kabin basınç kontrolünün doğru çalıştığını görmesini sağlar.

İndikasyonlar, ekibin anormal bir durumu görüp önlem alabilmesi için sağ ve sol ECAM sisteminde gösterilir.

Çizelge 11. 1a Uçuş esnasındaki basınçlandırma düzenlemeleri.

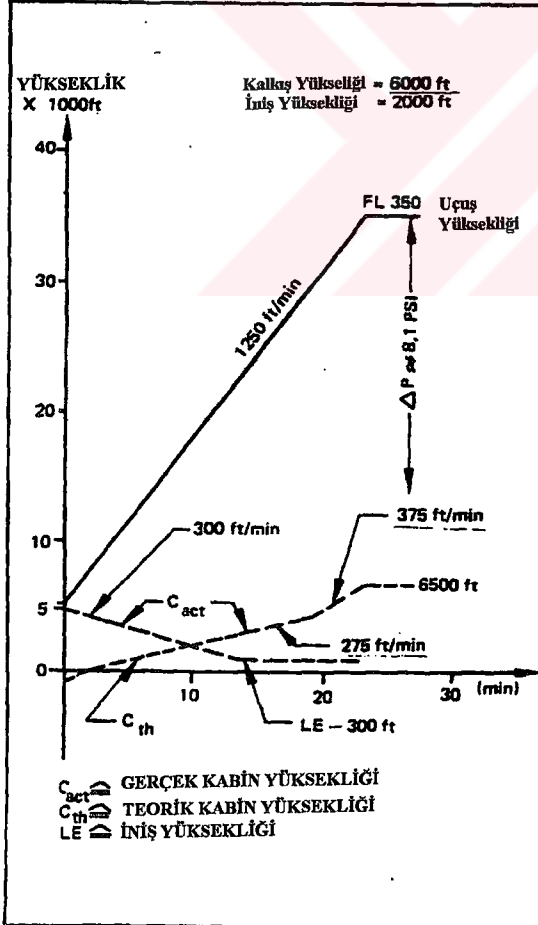


Çizelge 11. 1b Uçuş esnasındaki basınçlandırma düzenlemeleri.

YÜKSEKLİK (ft)	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
BASINÇ (PSI)	14,7	14,43	14,17	13,92	13,66	13,42	13,17	12,93	12,7

YÜKSEKLİK (ft)	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	9000
BASINÇ (PSI)	12,46	12,23	12,0	11,78	11,56	11,34	11,13	10,92	10,51

YÜKSEKLİK (ft)	10 000	15 000	20 000	25 000	30 000	35 000	40 000	45 000	50 000
BASINÇ (PSI)	10,11	8,3	6,78	5,47	4,37	3,47	2,73	2,15	1,7



UÇAK YÜKSEKLİĞİ H_A	TEORİK KABİN YÜKSEKLİĞİ C_{th}
1 $< 7 200$ ft	$0,39 H_A - 2 800$ ft
2 $7 200$ ft $> H_A <$ $30 000$ ft	$0,22 H_A - 1 600$ ft
3 $> 30 000$	$0,30 H_A - 4 000$ ft

11.2 Otomatik Sistemler

Herbir otomatik sistem şunları içerir;

- Kabin basınç kontrolörü ; ön ve arka kabin basınç çıkış valflerine otomatik kumanda eder.
- Birer adet (LANDING ELEVATION) iniş yüksekliği selektörü ; bunlar havaalanı iniş yüksekliğinin set edilip gösterilmesini sağlar.
- Birer adet (RATE LIMIT) oran limit selektörü ; maksimum kabin yüksekliği değişim oranını ayarlamayı sağlar.
- Jet pompa ve kabin basınç çıkış valflerine düşük basınç sağlayan çek valflerden oluşan bir sistem.

11.3 Acil Olarak Manuel Kumanda ile Kabin Basıncının Düşürülmesi

Uçaktaki elektrik güçlerinin kaybedilmesi halinde kabin basıncını düşürme işlemi pilot kabininden kumandalı manuel kontrollerle sağlanır.

Merkezi Uyarılar:

11.4 Otomatik Kabin Basınç Kontrolü

Regülatör 1 ve 2 (REG1-2) basma switchinde hata (FAULT) ışığının yanması ile;

- Tek çan sesli uyarısı duyulur,
- Uyarı ışıkları gösterge panelinde ('WLDP' : warning light display panel) kabin basıncı (CABIN PRESS) lambası yanar,
- Sol ECAM'da mesaj oluşur.

11.5 Kabin Basıncı Dış Akış Valfleri

Dış akış valfleri (OUTFLOW VALVES 1-2) basma switchinde hata (FAULT) ışığının yanması ile ;

- Devamlı ve tekrarlanan çan sesi duyulur,
- Uyarı ışıkları gösterge panelinde ('WLDP' : warning light display panel) kabin basıncı (CABIN PRESS) lambası yanar söner,
- Sol ECAM'da mesaj oluşur.

11.6 Kabin Fark Basıncı (ΔP) Kontrol ve Gösterimi

- Tek çan sesli uyarısı duyulur,
- Uyarı ışıkları gösterge panelinde ('WLDP' : warning light display panel) kabin basıncı (CABIN PRESS) lambası yanar ,
- Sol ECAM'da mesaj oluşur.

Basınç Tahliye Valfinin (Depressurization Valve) manual çalışma pozisyonu seçilirse :

Elle (MAN PRESS) basma switchindeki 'Ok' aydınlanır ve;

- Tek sesli uyarı duyulur.
- Uyarı ışıkları gösterge panelinde ('WLDP' : warning light display panel) kabin basıncı (CABIN PRESS) lambası yanar ,
- Sol ECAM'da mesaj oluşur.

Aşırı Yükseklik :

Kabin yüksekliği 9550 ± 350 ft.'ten büyük ise;

- Tek çan sesli uyarısı duyulur.
- Uyarı ışıkları gösterge panelinde ('WLDP' : warning light display panel) kabin yüksekliği (CABIN ALT) lambası yanar ,
- Sol ECAM'da mesaj oluşur.

Kabin yüksekliği 11300 ± 500 ft.'e yükselirse ; yolcuya uyarıda bulunulur. Sağ ECAM'da (CABIN PRESS) kabin basıncı sayfasında, P= fark basınç (psi) , V/S: kabin yükseklik değişimi (ft/min) , kabin yüksekliği (CAB ALT) (ft) ' i ifade eder.

11.7 Kabin Basınçlandırma Sisteminin Çalışması

11.7.1 Uçak yerde iken

Sistem ve Uçak Konfigürasyonu:

- Sağ ve sol iniş takımı röleleri tekerlekler yere değip, basınç gördüğü anda enerjilidir.
- Motor 1 ve 2 (ENG1 ve ENG2) gaz kolları gaz kolları boştaadır.
- Motor 1 ve 2 (ENG1 ve ENG2) kapalıdır.
- Oran limit (RATE LIMIT) selektörü normal pozisyonadadır.
- REG1 ve REG2 basma switchleri basılıdır.
- MAN PRESS basma switchi basılı değildir (Auto'dadır).
- Kaptan ve yardımcı pilot önündeki altimetrelerde BARO düğmesi basılıdır , yani standart yükseklik seçilmemiştir.
- Taze hava basma switchi basılı değildir yani acil taze hava girişi kapalıdır.

11.7.2 Kalkıştan önce basınçlandırma

Uçak tekerlekleri üzerinde yerde ilerlerken , ki buna taxiing denir, yani gaz kolları %22 'den fazla açıkken ve kalkıştan 15 sn. sonrasına kadar ; iki kabin basınç kontrolörü basınçlandırma işlemini kontrol eder.

Her bir kontrolör basınç tahliye valfi ve dört adet kabin basıncı çıkış valfine (outflow valves) kabin fark basıncı 15 mb.'a ulaşıncaya kadar sürecek bir kapanma sinyali gönderir.

Basınçlandırma esnasında basınç, kabin basıncı basınç çıkış valfleri tarafından kontrol edilir, bu durum kabin fark basıncı 15 mb.'a ulaşınca ve kabin yüksekliği ile basıncı arasındaki oran sabit kalıncaya kadar devam eder.

11.7.3 Uçuş esnasında basınçlandırma

Kalkıştan sonra, basınç kontrolünü hangi sistem seçildi ise (1 veya 2) o yaparken, çalışmayan sistemin basınç çıkış valfleri kapalıdır. Böylece seçili olan sistemin çıkış valfleri, belirlenmiş parametrelere göre kabin basınç kontrolöründen gelen sinyal ile kabin havası çıkışını kontrol ederek uçak güvenliği ve yolcu konforunu temin eder.

Kontrolör, valf motoruna elektrikli bir sinyal gönderir, motor çeyrek dönüş ölçüsünde hareket eder ve valfin açık veya kapalı olmasını sağlar.

Kabin irtifası kontrolör tarafından belirlenen teorik kabin irtifasına göre düzenlenir veya iniş takımları yuvasında bulunan hissedicilerin yükseldikçe gelen sesine göre düzenlenir. ΔP basınç farkı uçuş tavanına kadar basınç yükseklik arttıkça artar.

Teorik yükseklik, iniş takımı yuvasındaki hissedicilerin bildirdiğinden yüksek olduğunda; teorik oran değişimi oransal limit (selection rate limit selectör) değerinden daha azdır.

11.7.4 Arıza halinde

Kabin basınç kontrolörünün herhangi bir iç arızasında, kontrolör güç kaynağı arızasında veya basınç kontrol sistemlerinden birinde aşağıdaki durumların oluşması halinde otomatik olarak switchler atar .

- 8700 \pm 350 ft. kabin yüksekliği.
- 2000 ft/mn kabin yükseklik değişim oranı,
- 573 \pm 7 mb kabin fark basıncı.

Bu arızalar kabin basınç kontrolörü test devresi ile denetlenir. Sistemlerden birinin iki basınç tahliye valfinin kapalı pozisyonda olması da arıza sebebidir .

11.7.5 Manuel basınç kontrolü

İki otomatik basınç kontrol sisteminin birden arızalanması halinde, basınç kontrolü basınç tahliye valfinin manual modunun seçilmesi ile sağlanır. Bu modun seçim dururmu şöyle oluşabilir ;

- Manuel olarak 'MAN PRES' basma switchine elle basarak, (ok ON'a gelecek)
- Otomatik olarak; iki otomatik kontrol sistemini de kapatarak,
- Otomatik olarak; basınç tahliye valfinin otomatik modunun arızalanması ile.

Manuel mod seçilince; basınç tahliye valfi , 'CTL' kontrol switchinin yukarı ve aşağı pozisyonu ile açık veya kapalı konuma gelir.

11.7.6 Basınç tahliyesi

Uçak inmeye başlarken , yüksek irtifalardaki basınç düşümünü karşılamak ve oksijen tedariki sağlamak üzere içine doldurulmuş olan havanın boşaltılmaya başlanması gereklidir.

İniş esnasında kabin basıncında oluşabilecek dalgalanmayı ve negatif fark basıncını önlemek için, kontrolör iniş yüksekliği selektörü ile çalışır ve kabin yüksekliğini iniş yükseklik selektöründe görünen değerin 300 ft'in altında tutar.

Tekerlekler yere değdiği anda ve motor gaz kolları boшта iken ; her bir kontrolör kabin basınç boşaltımını sağlar.

İnişten 45 sn. sonra her bir kontrolör;

- Basınç tahliye valfine,
- Dört adet kabin basıncı dış akış valflerine, tam açılma sinyali gönderir.

11.7.7 Uçağın denize inmesi hali

Dış akış valfleri (OUTFLOW VALVES 1 ve 2) basma switchleri tarafından kontrol edilen dört kabin basıncı dış akış valfleri tam kapalı hale getirilir. Basma switchi serbest iken, valfler tam kapalı pozisyona gelir.

Bu ise,

- Paket klima ünitelerinin kapanmasına yada kullanım dışı kalmasına,
- Uçak tahliye valflerinin kapanmasına,
- Acil taze hava girişinin kapanmasına, neden olur.

11.7.8 Kabin Basıncı Dış akış Valfleri

Her bir otomatik kabin basınç kontrol sistemi iki kabin basınç dış akış valfine sahiptir. Bu valfler,

- Kabin basıncı dış akış kontrolünü yapar,
- Uçağı aşırı basınca ve negatif fark basınca karşı korur.

Çalışması:

Normal Basınç Kontrolü: Normal basınç kontrolü elektro-pnömatik olarak sağlanır. Kontrolörden gelen elektrik kontrol sinyali ile motor çalışır ve kadranı hareket ettirir. Kadran düşük basınç nozulunu veya kabin basınç nozulunu kapatır.

Eğer elektrik akımı düşükse veya yoksa, kadran düşük basınç nozulunu kapar, kabin basıncı nozulu açıktır ve valf kapalı kalır. Eğer elektrik akımı yükselirse kadran kabin basıncı nozulunu kapatır, düşük basınç nozulu açılır ve valf açılır.

Maksimum pozitif fark basınç sınırlaması :

İki manometrik kapsül kabin fark basıncı denetler. Fark basınç $P > 8,84$ 'psi' geçtiği zaman kapsül uzar ve dış statik basıncını, kabin basıncı dış akış valfi pilot basınç bölmesine bağlayan valfi açar, böylece dış akış valfi açılır.

Maksimum Negatif Fark Basınç Sınırlaması:

Dış taraf statik basıncı kabin basıncını aştığı zaman negatif basınç diyaframı hareketlenir ve kabin basıncı dış akış valflerinin 20 mb fark basınç için tam açılmasına neden olur.

Eğer kabin yüksekliği 14500 ± 500 ft.' i aşarsa dış akış valfi açılarak basıncı düşürme eğilimi gösterir.

Uçak Yerde İken Kabin Basıncı Dış akış Valflerinin Açılması :

Uçak yerde iken valfler tam açıktır. Bunu elektrikli çalıştırıcı sağlar.

Kabin Basıncı Dış akış Valfinin Kapanması:

Kabin Basıncı Dış akış valfi kapama kontrolü çalıştırıldığında, elektrikli çalıştırıcı ünitesi valfi tam kapanmaya hareket ettirir.

11.7.9 Basınç tahliye valfi

Valf kelebek tiptedir ve iki motor tarafından çalıştırılmaktadır, biri otomatik fonksiyonları diğeri manuel fonksiyonları sağlar. Bir potansiyometre pozisyon göstergesine valf pozisyonu hakkında sinyal gönderir.

Kalkıştan önce :

İki motordan biri çalışıyorsa , motor gaz kollarından biri yada ikisi $>22^\circ$ ileri ise valf kapalı pozisyona doğru hareket eder.

İnişten sonra :

Tekerlekler ilk yere değdiği anda ve iki gaz kolu birden $<22^\circ$ açık ise 45 sn. sonra valf açık konuma hareket eder.

Valfin görevlerini şöyle sıralayabiliriz :

1. Uçak yerde iken (otomatik fonksiyonlar mevcuttur):

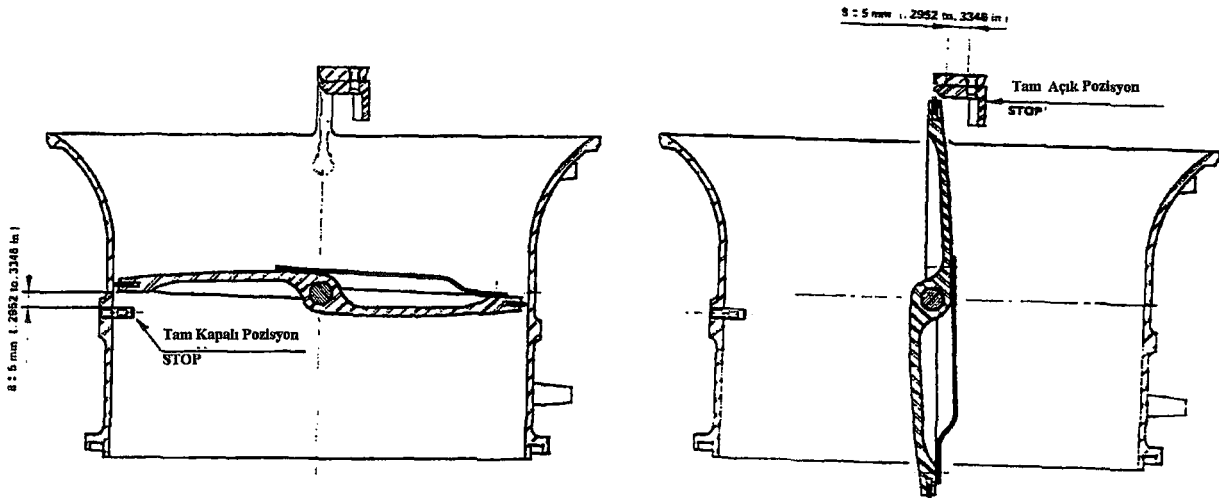
- Kabin basıncı dış akış valfleri kapalı iken kabine hava girmesi halinde kabinin basınçlanmasını engellemek.

- Klima sistemi çalışırken , kabbin fark basıncını azaltmak.

- Klima sistemi çalışmıyorken ve uçak yerde iken, kabin havalandırmasını iyileştirmek.

2. Uçuş esnasında (manuel fonksiyonlar mevcuttur) :

- Otomatik sistemin arızalanması halinde pilot kabininde bulunan kontrol switchi ile manuel basınç kontrolü sağlar.



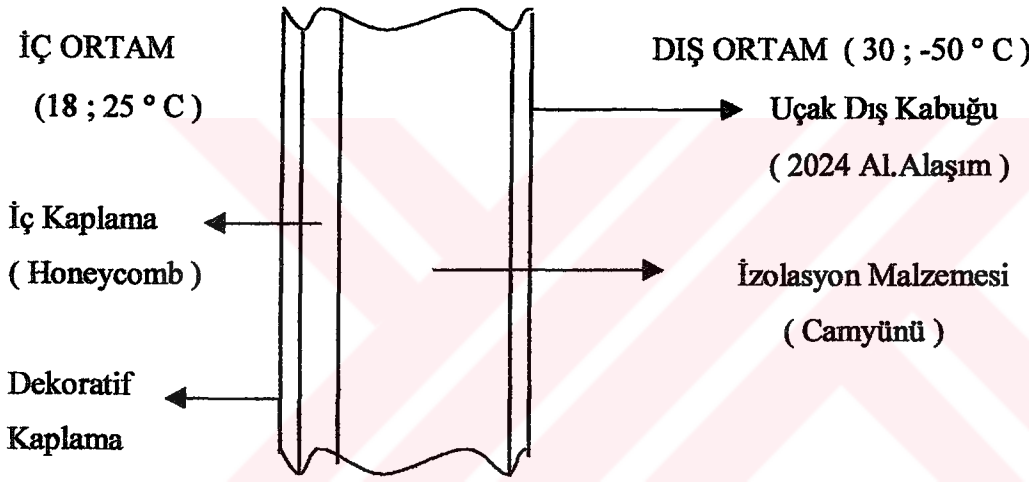
Şekil 10.1 Dış akış valfi .

12. UÇAK İÇİN ENERJİ DENGESİ YAKLAŞIK HESABI

Aşağıdaki hesaplamalarla uçak içine üflenen havanın ısısı, uçak içinde üreyen ısı, uçak dışına olan ısı kaybı değerleri yaklaşım ve kabullerle hesaplandı ve bir enerji dengesi oluşturuldu.

12.1 Kayıp Isı Enerjisi Hesabı

$$Q_{\text{kayıp}} [\text{kcal/h}] = k [\text{kcal/m}^2 \text{h}^\circ\text{C}] \cdot A [\text{m}^2] \cdot \Delta T [^\circ\text{C}] \quad (12.1)$$



Şekil 12.1 Uçak gövdesinin duvar kesiti görünüşü.

Uçak gövdesi dairesel yapılı ana taşıyıcıların birbirlerine uzun çubuklarla bağlanmasından oluşur . Bu iskelet yapıyı ise 2024 Alüminyum alaşım sac kaplama sarar. Dış kısmı sac, iç kısmı dekoratif malzeme ile kaplı olan duvar boşluğunda izolasyon malzemesi olarak camyünü levhalar ve honeycomb denilen petek dokulu malzeme kullanılır.

Malzemelerin kesit uzunlukları ve ısıl geçirgenlik değerleri ise şöyledir :

Sıra	Malzeme	Uzunluk : L (m)	Isı Geçirgenlik Değeri : λ (kcal / mh $^\circ$ C)
1	Dekoratif Kapl.	0,0015	1,2
2	Honeycomb	0,01	0,02
3	Camyünü	0,06	0,035
4	2024 Alü. Alaşım	0,001524	103,25

Ancak dekoratif kaplama ısı transferinde çok küçük kaldığından ihmal edilmiştir.

İç ortam için ısı iletim katsayısı olan “ $\alpha_{iç}$ ” değeri , uçak boyu ve uçak içindeki hava hızı dikkate alınarak $9 \text{ kcal} / \text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ kabul edilirken , dış ortam için kullanılacak olan “ $\alpha_{dış}$ ” dış ortam ısı iletim katsayısı için ; uçak hızı (u_{∞}) , uçak gövde boyu (L) ve uçağın normal seyahat yüksekliğinde uçarken aşağıda hesaplanacak olan (12.4) yüzey sıcaklığındaki havanın özellikleri (EK.1) kullanılarak , Re sayısı bulunup , Re değerine karşılık verilen Nu sayısı formülü ile yaklaşım yapılmıştır . Ancak bulunan $\alpha_{dış}$ değeri çok büyüktür ve kayıp ısı hesabında kullanılan “k” toplam ısı transfer katsayısı üzerinde önemsenecek bir etkisi yoktur .

Gaz ortamda akış söz konusu olduğunda , akış rejimini belirlemek için Mach Sayısı değerlendirilir. Uçakların performansı belirlenirken de, bu değer üzerinden ölçümler yapılır. Kısaca ses hızının uçak hızına oranı olarak ifade edilen bu terim;

$c = \text{ses hızı (m / s)}$

$k = \text{sabit (} c_p / c_v \text{) ,}$

$R = \text{Gaz sabiti (J / kg K) ,}$

$T = \text{Ortam sıcaklığı (K) ,}$

$V = \text{Gazın (uçak) hızı (m / s)}$

$c = (kRT)^{1/2} \text{ [m/s]}$ (Roberson/Crowe) olmak üzere ; (12.2)

$M = V / c$ (Roberson/Crowe) olarak formüle edilirken, (12.3)

$M < 1$ Subsonic akış,

$M \approx 1$ Transonic akış,

$M > 1$ Supersonic akış olarak kabul edilir.

860 km/h hızla , 10 000 m yükseklikte ve -50°C sıcaklıkta uçan bir uçak için EK.2'deki değerleri de kullanarak Mach Sayısını ve akış tipini hesaplırsak ;

$c = (kRT)^{1/2} = [1,4 \cdot 287 \text{ J/kgK} \cdot 223 \text{ K}]^{1/2} = 299,33 \text{ m/s}$

$M = V / c = (860 \text{ 000 m/h} / 3600 \text{ s/h}) / 299,33 \text{ m/s} = 0,798$

$M < 1$ olduğundan akış Subsonic' tir ,yani akış ses hızının altında gerçekleşir .

Bu ortamda yüzey sıcaklığı (T_s), (T) ortam sıcaklığı olmak üzere Roberson / Crowe'e göre ;

$$\begin{aligned} T_s &= T \cdot [1 + (k-1)/2 \cdot M^2] && \text{bağıntısı ile bulunur.} && (12.4) \\ T_s &= 223 \cdot [1 + (1,4-1)/2 \cdot 0.798^2] \\ T_s &= 251,4 \text{ °K} = -21,6 \text{ °C} \end{aligned}$$

Böylece $\alpha_{\text{dış}}$ bulunurken kullanılacak olan film tabaka sıcaklığı (T_f);

$$T_f = (T_s + T) / 2 = (-21,6 - 50) / 2 = -35,8 \text{ °C} \quad \text{bulunur.}$$

$$Re = (u_{\infty} \cdot L) / \nu \quad (12.5)$$

$$Re = \frac{[860000 \text{ (m/h)} / 3600 \text{ (h/s)}] \times 37,239 \text{ (m)}}{28,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}}$$

$$Re = 311,6 \cdot 10^6$$

$$Nu = 0,185 \cdot (\log Re)^{-2,584} \cdot Re \cdot Pr^{1/3} = (\alpha_{\text{dış}} \cdot L) / \lambda \quad (\text{Holman,1986}) \quad (12.6)$$

Ancak bu eşitlik ile bulacağımız değer $L=37,239 \text{ m}$ 'deki yani uçağın kuyruk noktasındaki $\alpha_{\text{dış}}$ değeridir ve bunun bütün uçak boyunca, yani $L=0$ 'dan , $L=37,239$ 'a integrasyonu gerekmektedir. Dolayısıyla ;

$$\alpha_{\text{dış}} = \frac{(0,185 \cdot \lambda \cdot u_{\infty} \cdot Pr^{1/3} / \nu) \cdot \int_{L=0}^{L=37,239} (\log u_{\infty} \cdot L / \nu)^{-2,584} dL}{\int_{L=0}^{L=37,239} dL} \quad (12.7)$$

$$\alpha_{\text{dış}} = \frac{0,185 \cdot 0,0183 \cdot (860000/3600) \cdot 13,2^{1/3} / 28,5 \cdot 10^{-6} \cdot 37,239 \cdot (\log(860000 \cdot 37,239 / 3600) / 28,5 \cdot 10^{-6})^{-2,584}}{37,239}$$

$$\alpha_{\text{dış}} = 266,2 \text{ kcal} / \text{m}^2 \text{h}^{\circ}\text{C}$$

olarak bulunur .

Bu değerlere bağlı olarak duvarın toplam ısıl direnci ve ısı transfer katsayısı önce düz duvar kabulü ile daha sonra uçak silindir şeklinde kabul edilerek aşağıdaki şekilde hesaplanmış ve bu farklı şekillendirmelere bağlı kayıp ısılar karşılaştırılmıştır :

Kayıpların düz duvar üzerinden olması hali :

$$1/k = 1/\alpha_{iç} + L_1/\lambda_1 + L_2/\lambda_2 + L_3/\lambda_3 + L_4/\lambda_4 + 1/\alpha_{dış} \quad (12.8)$$

$$1/k = 1/9 + 0,0015/1,2 + 0,01/0,02 + 0,06/0,035 + 0,001524/103,25 + 1/266,2$$

$$1/k = 0,11 + 0,00125 + 0,5 + 1,714 + 0,000015 + 0,0038$$

$$k = 0,4294 \quad \text{kcal} / \text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

Havalandırma yapılacak bölge alanı, 3. bölümde A310 uçağının genel tanıtımında verilen basınçlandırılmış gövde ölçüleri esas alınarak ve

A= Alan ; L= Gövde boyu ; D= Gövde çapı olmak üzere :

$$A = \pi \cdot D \cdot L \quad [\text{m}^2] \quad (12.9)$$

$$A = \pi \cdot 5,64 \cdot 37,239$$

$$A \cong 660 \quad \text{m}^2 \quad \text{olarak hesaplanırken,}$$

$$\Delta T = T_{iç} + T_{dış} \quad (^\circ\text{C}) \quad \text{sıcaklık farkı olarak ;} \quad (12.10)$$

$$\Delta T = 21 - (-50) = 71 \quad \text{bulunur.}$$

Bu durumda uçak içinden dış ortama olan ısı kaybı şu şekilde bulunur ;

$$Q_{\text{kayıp}} \quad [\text{kcal} / \text{h}] = k \quad [\text{kcal} / \text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}] \cdot A \quad [\text{m}^2] \cdot \Delta T \quad [^\circ\text{C}] \quad (12.11)$$

$$Q_{\text{kayıp}_d} = 0,4294 \cdot 660 \cdot 71$$

$$Q_{\text{kayıp}_d} \cong 20 \, 122 \quad \text{kcal} / \text{h}$$

Kayıpların silindir üzerinden olması hali :

$$Q_{\text{kayıp}_s} = \frac{2 \pi L (T_{iç} - T_{dış})}{1 / r_i \cdot \alpha_i + \ln(r_4/r_3) / \lambda_4 + \ln(r_3/r_2) / \lambda_3 + \ln(r_2/r_1) / \lambda_2 + 1 / r_d \cdot \alpha_d} \quad (12.12)$$

$$Q_{\text{kayıp}_s} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 37,239 \cdot (21 - (-50))}{1/9 \cdot 2,7485 + \ln(2,82/2,8185)103,25 + \ln(2,8185/2,7585)0,035 + \ln(2,7585/2,7485) + 1/2,82 \cdot 266,2}$$

$$Q_{\text{kayıp}_s} = 19\,541,47 \text{ kcal / h}$$

Görüldüğü gibi uçak yüzeyi çok büyük olduğundan , kayıpların düz duvar yada silindir üzerinden olması hesaplanan ısılarda önemli bir fark yaratmadı .

Yukarıda bulmuş olduğumuz Re sayısı ve $\alpha_{dış}$ değerlerini her bir sıcaklık değeri için ayrı ayrı hesaplayıp, sıcaklıkla Re sayısı ve $\alpha_{dış}$ katsayısı değişiminin çok düşük olduğunu ve kayıp ısının dış sıcaklığa bağlı değişimini görelim (Çizelge 12.1).

Çizelge 12.1 Sıcaklıkla “ α dış “ ve “ $Q_{kayıp}$ ” değişimi ve ara değerler.

T [°C]	C [m/s]	M	T _s [°C]	T _f [°C]	Re	$\alpha_{dış}$ (kcal/h)	$Q_{kayıp}$ (kcal/h)
-50	299,33	0,80	-21,59	-35,80	311661212	266,22	19542
-45	302,67	0,79	-16,59	-30,80	334868681	280,02	18147
-40	305,97	0,78	-11,59	-25,80	359050592	294,09	16753
-35	309,24	0,77	-6,59	-20,80	384775034	309,15	15358
-30	312,47	0,76	-1,59	-15,80	411503082	324,65	13962
-25	315,67	0,76	3,41	-10,80	438639997	339,58	12567
-20	318,83	0,75	8,41	-5,80	469847134	356,37	11171
-15	321,97	0,74	13,41	-0,80	494811598	369,67	9775
-10	325,07	0,73	18,41	4,20	533446564	389,75	8379
-5	328,15	0,42	4,60	-0,20	295323104	234,98	6978
0	331,20	0,42	9,60	4,80	312483131	244,58	5583
5	334,22	0,42	14,60	9,80	332491071	256,06	4187
10	337,21	0,41	19,60	14,80	353327344	266,49	2792
15	340,17	0,41	24,60	19,80	342295389	132,75	1394
20	343,11	0,40	29,60	24,80	332075977	130,69	0,000
25	346,03	0,40	34,60	29,80	322449086	129,36	-1394
30	348,92	0,40	39,60	34,80	322449086	129,36	-2787

Çizelgedeki Re Sayısı ve bağlantılı sayılarda görülen ani değişikliklerin iki sebebi vardır : - 5 °C ve üzerindeki sıcaklık değerlerine ait hesaplamalarda , uçağın tırmanış veya iniş yüksekliğinde olduğu kabulü ile uçak hızı 500 km / saat alınıp ; 15 °C ve üzerindeki sıcaklıklara ait hesaplamalarda ise havanın atmosferik basınçtaki özellikleri kullanılmıştır.

12.2 Uçak İçinde Üreyen Isı Enerjisi

Uçak klima sistemi haricinde uçak içindeki en büyük enerji yükü insanlardan kaynaklanan ısıdır . Bunun haricinde aydınlatma için kullanılan lambalar ve çeşitli cihazlardan kaynaklanan enerji ve güneşten gelen radyasyon enerjisi, sistem için hesaplanacak ısı yükünü oluştururlar :

Oturan bir insanın çevresine yaydığı ısı, her ne kadar hareket halinde iken artıyorsa da 80 W olarak kabul edilmektedir (AIRBUS TECHNICAL DIGEST , number 19, March1996, page 11) . Toplam yolcu sayısı 210 kabul edilirse ;

$$Q_{\text{insanlar}} = 80 \text{ W/kişi} \cdot 0,8604 \text{ kcal / h} \cdot 210 \text{ kişi} \quad (12.13)$$

$$Q_{\text{insanlar}} \cong 14\,455 \text{ kcal / h}$$

Uçak içerisinde aydınlatma aracı olarak 41 adet 15 W ve 140 adet 40 W 'lık flourescant lamba bulunmaktadır.

$$Q_{\text{aydınlatma}} = 41 \cdot 15 \text{ W} \cdot 1.06 \text{ kcal / h} + 140 \cdot 40 \text{ W} \cdot 1.06 \text{ kcal / h} \quad (12.14)$$

$$Q_{\text{aydınlatma}} \cong 6588 \text{ kcal / h}$$

Cihazlardan kaynaklanan ısı ise yaklaşık bir değer kabul edilmiştir.

$$Q_{\text{cihaz}} \cong 1500 \text{ kcal / h}$$

Uçak üzerine gelen radyasyonun yüzey sıcaklığını çok az etkilediğini dolayısıyla radyasyon enerjisinin sadece bir yöndeki camlar üzerinden etkin olduğu kabul edilerek ;

Q_{rad} değeri ; \mathfrak{F} : camların geçirgenlik değeri (bu değer yaklaşık alındı) ,

I : radyasyonla gelen enerji (W / m^2) ve

A : Cam yüzey alanı (m^2) kabulü ile ;

$$Q_{\text{rad}} = \mathfrak{F} \cdot A \cdot I \quad (12.15)$$

$$Q_{\text{rad}} = 0,4 \cdot (50 \cdot 0,274 \cdot 0,374) \text{ m}^2 \cdot 750 \text{ W/m}^2 \cdot 0,8604 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{rad}} \cong 1322,5 \text{ kcal/h} \quad \text{bulunur . O halde ;}$$

$$Q_{\text{üretilen}} = Q_{\text{insanlar}} + Q_{\text{aydınlatma}} + Q_{\text{cihaz}} \quad (12.16)$$

$$Q_{\text{iç ortam}} = Q_{\text{üretilen}} + Q_{\text{rad}} \quad (12.17)$$

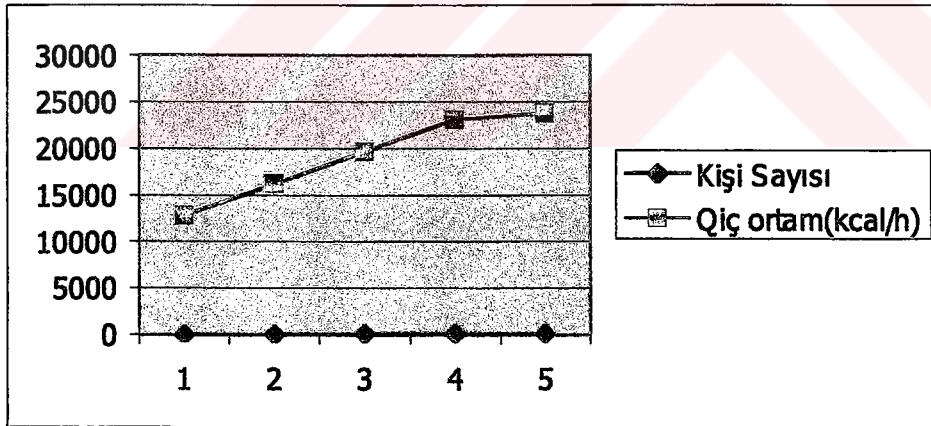
$$Q_{\text{iç ortam}} = 14\,455 + 6588 + 1\,500 + 1322,5$$

$$Q_{\text{iç ortam}} = 23\,865,5 \text{ kcal/h}$$

Çizelge 12.2 ' e kişi sayısındaki değişimin iç ortam enerjisini nasıl etkilediğini görebiliriz ;

Çizelge 12. 2 Kişi sayısı ve $Q_{\text{iç ortam}}$ ilişkisi.

Kişi Sayısı	50	100	150	200	210
$Q_{\text{iç ortam}}$ (kcal / h)	12852	16294	19735	23177	23865

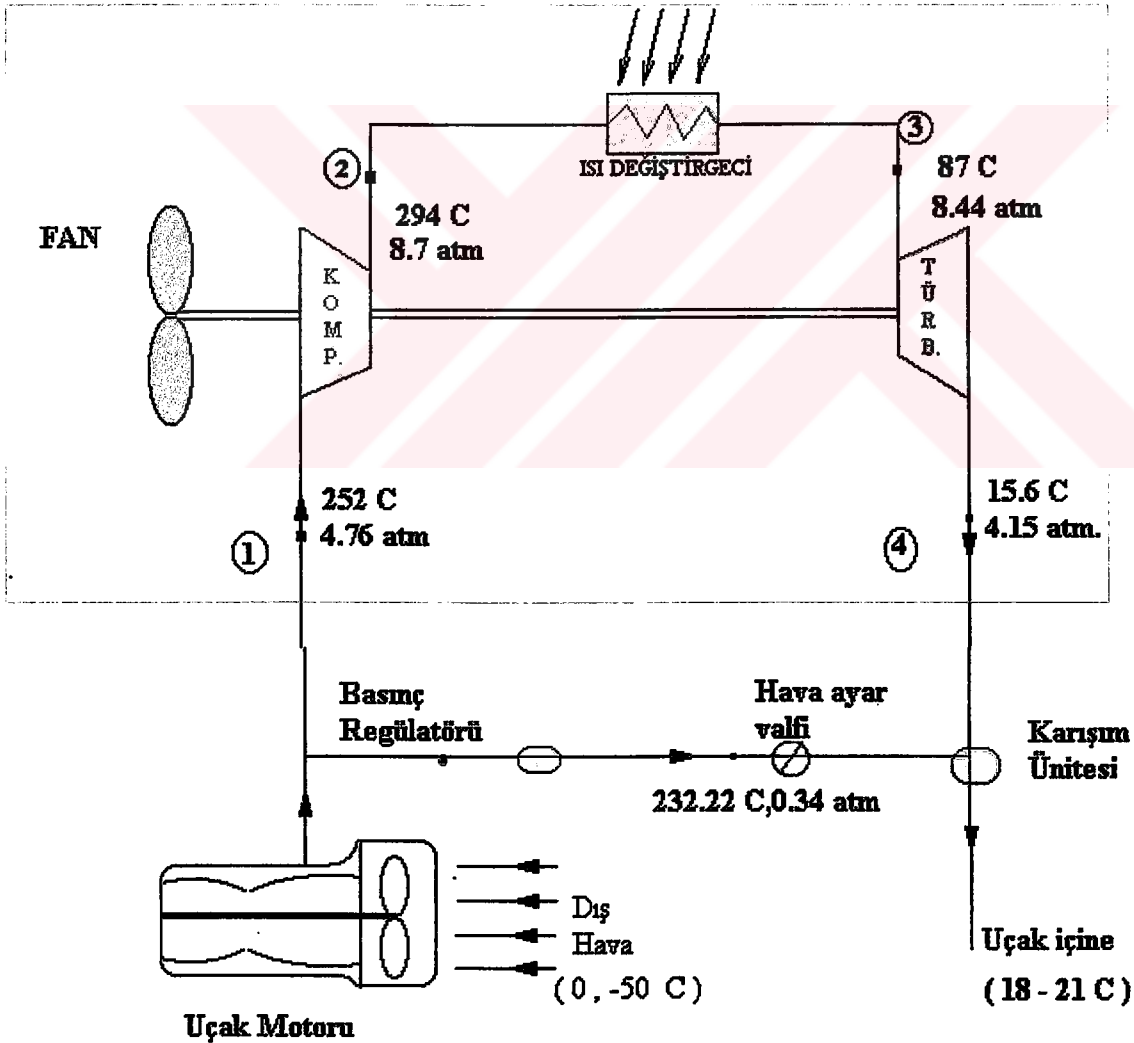


Şekil 12. 2 Kişi sayısına bağlı iç ortam enerjisi değişimi.

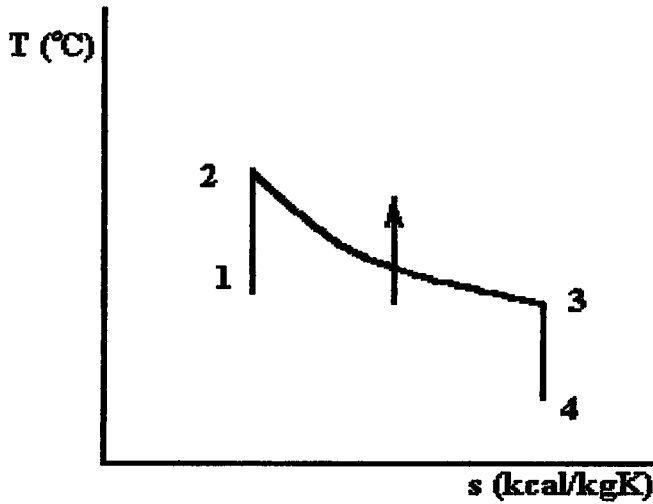
12.3 Uçak İçine Klima Sistemi ile Giren / Alınan Isı Enerjisi

Motorlardan çekilen sıcak hava iki kısma ayrılır ; bir kısmı paket klima soğutma ünitelerinde soğutulurken bir kısmı basınç düzenlenmesi haricinde hiçbir işleme uğratılmaz. Bu iki hava akımı, kabinlerin istediği sıcaklık değeri elde edilecek oranda karıştırılarak ortama verilir. Havanın paket üniteler içinde izlediği proses aşağıdaki gibidir (şekil 12.2a ve 2b) . Hava tam bir çevrim oluşturmamakta ve sürekli akış halindedir . Ancak , iç ortama giren ısı hesaplanırken havanın paket ünitelerden çıkış karakteristiği değil , karışım sonrası sıcaklığı hesap edilecektir.

Paket Klima Ünitesi



Şekil 12.3a Havanın paket ünitelerdeki proses şeması.



Şekil 12.3b Havanın paket ünitedeki proses şeması T-s diyagramı.

Sistem havasının debisi uçak parçası bakım kitaplarında verilen değer olarak alınırsa her bir paket ünite için ; $47,6 \pm 3,8$ kg / dak. 'dır. İki paket ünite olduğuna göre ;

$$m = 51 \text{ kg/dak} \cdot 2 \cdot 60 \text{ dak/h} = 6120 \text{ kg/h} .$$

Havanın özgül ısısı sistem sıcaklıklarına göre 0.24 ile 0.25 kcal / kg K değerleri arasındadır.

$$c_p = 0,24 \text{ kcal / kg K}$$

Uçak içine giren ısıyı bulmadan önce paket ünite elemanları olan kompresör , türbin ve ısı değiştirgeci enerjilerini hesaplayalım (kayıplar ihmal edilmiştir) :

$$W_{\text{komp}} = m \text{ (kg/h)} \cdot c_p \text{ (kcal/kg K)} \cdot (T_2 - T_1) \quad (12.18)$$

$$W_{\text{komp}} = 6120 \text{ (kg/h)} \cdot 0,24 \text{ (kcal/kg K)} \cdot (294 - 252)$$

$$W_{\text{komp}} = 61689,9 \text{ kcal/h}$$

$$W_{\text{Türbin}} = m \text{ (kg/h)} \cdot c_p \text{ (kcal/kg K)} \cdot (T_3 - T_4) \quad (12.19)$$

$$W_{\text{Türbin}} = 6120 \text{ (kg/h)} \cdot 0,24 \text{ (kcal/kg K)} \cdot (87 - 15,4)$$

$$W_{\text{Türbin}} = 105166,08 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{Isı değ.}} = m \text{ (kg/h)} \cdot c_p \text{ (kcal/kg K)} \cdot (T_3 - T_2) \quad (12.20)$$

$$Q_{\text{Isı değ.}} = 6120 \text{ (kg/h)} \cdot 0,24 \text{ (kcal/kg K)} \cdot (87 - 294)$$

$$Q_{\text{Isı değ.}} = -304041,6 \text{ kcal/h}$$

Türbin enerjisini bir kısmı ısı değiştirgecine dış ortam havası temin eden fanın döndürülmesi için harcanır.

şekil 12. 1a ' de verilen değerlere göre uçak içine verilen enerji , karışım sonrası hava sıcaklığı (21 ° C), hava sıcaklığı ile karışım öncesi hava sıcaklığı (18 ° C) arasındaki fark ΔT olmak üzere ;

$$Q_{\text{giren}} = m \text{ (kg/h)} \cdot c_p \text{ (kcal/kg K)} \cdot \Delta T \quad (12.21)$$

$$Q_{\text{giren}} = 6120 \text{ (kg/h)} \cdot 0.24 \text{ (kcal/kg K)} \cdot (18-21)$$

$$Q_{\text{giren}} \cong -4406 \text{ kcal/h}$$

12.4 Enerji Dengesi

Uçağı sistem kabul edersek , uçak içine giren ve uçak içinde üreyen enerjinin uçaktan ayrılan enerjiye eşit olması gerektiği ilkesi ile aşağıdaki eşitliği yazabiliriz. Buradan klima ünitesinin uçak içine vermesi gereken enerjiyi bulabiliriz :

$$Q_{\text{giren}} + Q_{\text{iç ortam}} = Q_{\text{kayıp}} \quad (12.22)$$

$$Q_{\text{giren}} + 23\,865,5 \text{ kcal/h} = 19541,47 \text{ kcal/h}$$

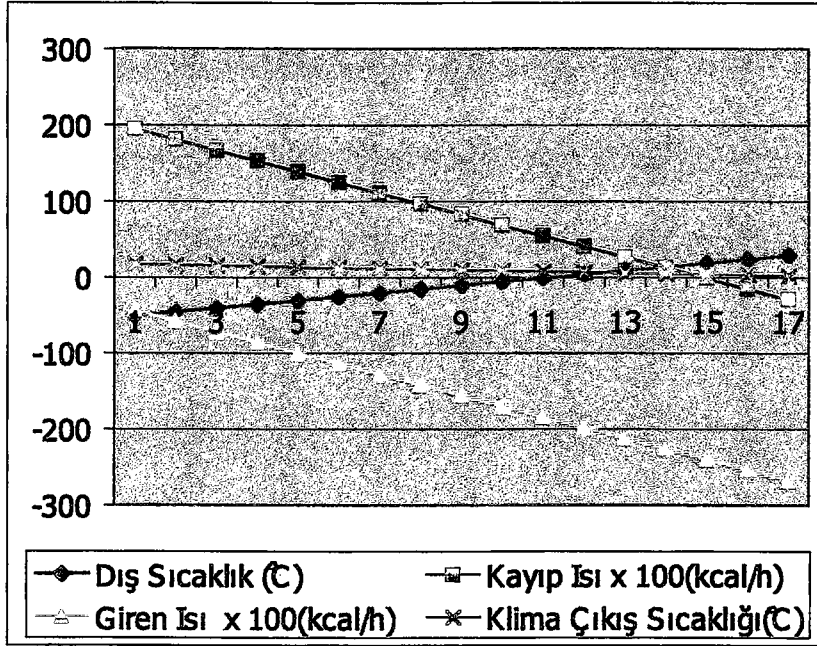
$$Q_{\text{giren}} \cong -4324 \text{ kcal/h}$$

Görülüyor ki , sağlama olarak yazılan yukarıdaki eşitlikten bulunan “ Q_{giren} ” değeri ile (12.21) ' de hesaplanan “ Q_{giren} ” değeri birbirine hemen hemen eşittir.

Yukarıdaki hesaplamalar uçağın maksimum uçuş yüksekliğindeki (12000 m) şartlar ve o yükseklikteki havanın özellikleri kullanılarak hesaplandı. Uçağın kalkışından bu yüksekliğe kadar olan değerleri düşünürsek , hesaplarımızı sıcaklık değerinin değişimine göre tekrarlayıp nelerin etkilendiğini görebiliriz :

Çizelge12.3 Yüksekliğe bağlı sıcaklık değişiminden doğan değer farklılıkları .

T Dış ortam (°C)	Q _{kayıp} (kcal / h)	Q _{giren} (kcal / h)	T ünite çıkışı (°C)
-50	19542	-4324	18,06
-45	18147	-5718	17,11
-40	16753	-7113	16,16
-35	15358	-8508	15,21
-30	13962	-9903	14,26
-25	12567	-11299	13,31
-20	11171	-12694	12,36
-15	9775	-14090	11,41
-10	8379	-15486	10,46
-5	6978	-16888	9,50
0	5583	-18283	8,55
5	4187	-19678	7,60
10	2792	-21074	6,65
15	1394	-22472	5,70
20	0,000	-23866	4,75
25	-1394	-25259	3,80
30	-2787	-26652	2,85

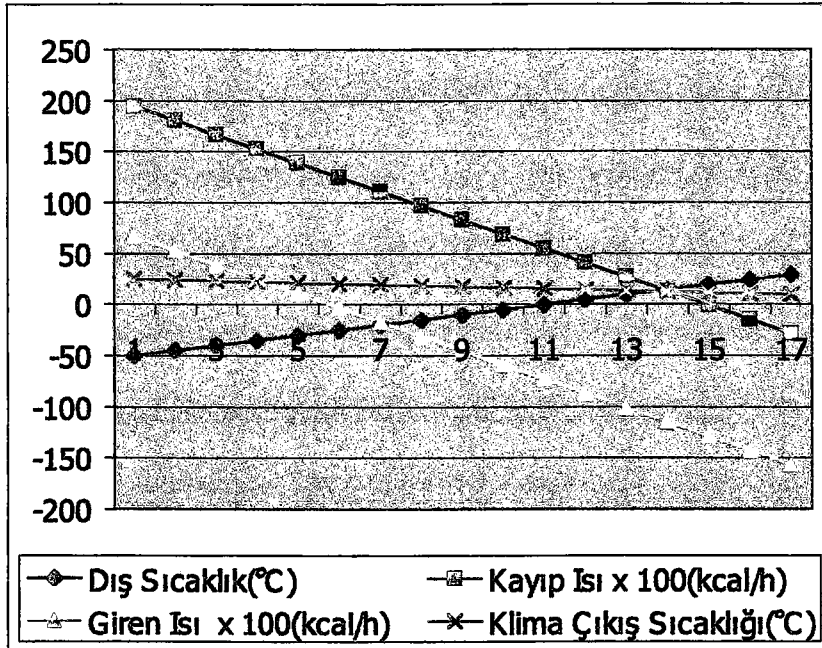


Şekil 12. 4 Dış sıcaklık değişimine bağlı ısı enerjileri ve ünite çıkış sıcaklığı değişimi.

Aynı hesap yöntemlerini kullanarak farklı yolcu sayıları için değişim grafikleri çıkarmak mümkündür . Çizelge 12 . 4 'de yolcu sayısının 50 kişi kabul edilmesi halinde klima ünitesinin vereceği enerjinin farklı yükseklik kademelerinde yani farklı sıcaklıklardaki değişimi incelenmiştir.

Çizelge 12 . 4 . 50 kişilik yolcu kapasitesi için sıcaklıkla (yüksekliğe bağlı) enerji değişimi.

T _{Dış ortam} (° C)	Q _{kayıp} (kcal / h)	Q _{giren} (kcal / h)	T _{ünite çıkışı} (° C)
-50	19542	6689	25,55
-45	18147	5295	24,60
-40	16753	3900	23,66
-35	15358	2505	22,71
-30	13962	1110	21,76
-25	12567	-285	20,81
-20	11171	-1681	19,86
-15	9775	-3077	18,91
-10	8379	-4473	17,95
-5	6978	-5874	17,00
0	5583	-7270	16,05
5	4187	-8665	15,10
10	2792	-10060	14,15
15	1394	-11459	13,20
20	0,000	-12852	12,25
25	-1394	-14246	11,30
30	-2787	-15639	10,35



13 . SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çabukluğu ve rahatlığı sebebi ile tercih edilen hava taşımacılığı sahip olduğu risklerle hava taşıtı imalatçısına büyük sorumluluklar yüklemektedir.

Hız ve konfor unsuru , hava taşıtlarının hava olaylarının etkin olmadığı yüksek irtifaları tercih etmesine sebep olurken , bunun sağlanması için uçak dizaynında hayati derecede önemli düzenlemelerin uygulanmasını gerektirmektedir. Bu önemli uygulama , uçak içinde deniz seviyesi şartlarını oluşturmak görevini yerine getirerek ; dışarıda hava basıncı 200 mb ' a kadar ulaşırken iç ortam basıncını 1 atmosfer civarında tutan , azalan O₂ konsantrasyonunu arttırarak yolcuların nefes alabilmesini sağlayan ve -50 °C 'a ulaşan dış sıcaklığa karşılık içeride ~ 20 °C sıcaklık olmasını sağlayan bir sistemle gerçekleşir. Bu sistem klima sistemi olarak adlandırılır .

Yüksek irtifaların bölüm 2 ' de belirtilen olumsuz özelliklerinden dolayı klima sistemi uçağın olmazsa olmaz bir parçasıdır . Basınçlandırma , soğutma , sıcaklık kontrolü ve dağıtım sistemi gibi alt sistemlerden oluşur. Çalışmada bu alt sistemler elemanları ile birlikte açıklanmıştır. Bunun yanında sisteme hava temin eden pnömatik sistem de anlatıldı .

Ayrıca yaptığım yaklaşımlara dayalı projelendirme ile uçak içinde üreyen ve uçaktan konveksiyon yolu ile kaybolan ısılar hesaplandı ve buna karşılık klima sisteminin ısı kapasitesi incelendi . Görüldü ki , uçak yerde veya normal uçuş yüksekliğinde olsa bile tam yolcu kapasitesi ile klima sistemi sadece soğutma yapmaktadır ve sistem nemlendirmeye ihtiyaç duymamaktadır.

Tez çalışmasını yaparken yaşadığım en büyük zorluk ; sistem projelendirmesi hakkında hiç bir kaynak bulamamak oldu . Boeing ve Airbus firmaları yetkilileri ile görüşmeme rağmen bunun özel bilgi olmasından ötürü dışarı verilemeyeceği cevabını aldım ve ülkemizde bu alanda herhangi bir çalışma ve üretim bulunmayışının sıkıntı ve üzüntüsünü duydum .

Çalıştığım yer itibari ile yaşadığım havacılık sektöründe dışa bağımlılığım , TAI gibi kurumların başlatıp sürdürdüğü çalışmalar yolu ile kısa sürede kırılmasını ve ülkemizde de dünyaya hizmet verip sayılı isimler arasına girecek uçaklar imal edilmesini diliyorum.



KAYNAKLAR

Airbus Industrie , (May 1982) , Airesearch Study Guide Environmental Control System A300-A310, Field Service Technical Training Center , Los Angeles , California .

Allied Signal , (Jun 10 /96), Component Maintenance Manual Chapter 21-53-04, Allied Signal Technical Publication, Phoenix.

ASHRAE , (1982), Application Volume Section I – Chapter 9 .

Aybers , N. , (1954), Hava Taşıtlarının Isıtılması Soğutulması ve Havalandırılması, Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul.

A 310 Genel Uçak Bilgisi , Turkish Airlines Training Center , İstanbul.

British Aerospace , Flight Training (UK) Chapter One Air Conditioning Basic Principles.

Carlile , D. , (March 1996), “ Cabin Air Comfort “, Fast Airbus Technical Digest, Number 19 March 1996 , Airbus Industrie Customer Service , Cedex / France.

Çengel , Y. , (1993) , Introduction to Thermodynamics and Heat Transfer , McGraw-Hill Book Co. , Newyork .

Dağsöz , A. ,(1995) , Isı Geçişi , Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş. , İstanbul.

J.P.Holman , (1986) , Heat Transfer , McGraw-Hill Book Co. , Singapore.

Lufthansa Technical School , (Aug 1987), Training Manual A310 ATA 21 Air Conditioning, Lufthansa Technical School , Germany.

Roberson / Crowe , Engineering Fluid Mechanics , Washington State University , Hough Mifflin Co. , Boston.

EK . 1 Hava İçin Karakteristik Değerler (yükseklığe bağh) (Çengel , Y.).

Yükseklik m	Sıcaklık °C	Basınç kPa	Ağırlık [m] m/c ²	Ses Hızı [c] m/s	Yoğunluk [p] kg/m ³	Viskozite [μ] μ kg/(m · s)	Isı İletim Katsıyısı [λ] W/(m · °C)
0	15.00	101.33	9.807	340.3	1.225	1.789 × 10 ⁻⁵	0.0253
200	13.70	98.95	9.806	339.5	1.202	1.783 × 10 ⁻⁵	0.0252
400	12.40	96.61	9.805	338.8	1.179	1.777 × 10 ⁻⁵	0.0252
600	11.10	94.32	9.805	338.0	1.156	1.771 × 10 ⁻⁵	0.0251
800	9.80	92.08	9.804	337.2	1.134	1.764 × 10 ⁻⁵	0.0250
1,000	8.50	89.88	9.804	336.4	1.112	1.758 × 10 ⁻⁵	0.0249
1,200	7.20	87.72	9.803	335.7	1.090	1.752 × 10 ⁻⁵	0.0248
1,400	5.90	85.60	9.802	334.9	1.069	1.745 × 10 ⁻⁵	0.0247
1,600	4.60	83.53	9.802	334.1	1.048	1.739 × 10 ⁻⁵	0.0245
1,800	3.30	81.49	9.801	333.3	1.027	1.732 × 10 ⁻⁵	0.0244
2,000	2.00	79.50	9.800	332.5	1.007	1.726 × 10 ⁻⁵	0.0243
2,200	0.70	77.55	9.800	331.7	0.987	1.720 × 10 ⁻⁵	0.0242
2,400	-0.59	75.63	9.799	331.0	0.967	1.713 × 10 ⁻⁵	0.0241
2,600	-1.89	73.76	9.799	330.2	0.947	1.707 × 10 ⁻⁵	0.0240
2,800	-3.19	71.92	9.798	329.4	0.928	1.700 × 10 ⁻⁵	0.0239
3,000	-4.49	70.12	9.797	328.6	0.909	1.694 × 10 ⁻⁵	0.0238
3,200	-5.79	68.36	9.797	327.8	0.891	1.687 × 10 ⁻⁵	0.0237
3,400	-7.09	66.63	9.796	327.0	0.872	1.681 × 10 ⁻⁵	0.0236
3,600	-8.39	64.94	9.796	326.2	0.854	1.674 × 10 ⁻⁵	0.0235
3,800	-9.69	63.28	9.795	325.4	0.837	1.668 × 10 ⁻⁵	0.0234
4,000	-10.98	61.66	9.794	324.6	0.819	1.661 × 10 ⁻⁵	0.0233
4,200	-12.3	60.07	9.794	323.8	0.802	1.655 × 10 ⁻⁵	0.0232
4,400	-13.6	58.52	9.793	323.0	0.785	1.648 × 10 ⁻⁵	0.0231
4,600	-14.9	57.00	9.793	322.2	0.769	1.642 × 10 ⁻⁵	0.0230
4,800	-16.2	55.51	9.792	321.4	0.752	1.635 × 10 ⁻⁵	0.0229
5,000	-17.5	54.05	9.791	320.5	0.736	1.628 × 10 ⁻⁵	0.0228
5,200	-18.8	52.62	9.791	319.7	0.721	1.622 × 10 ⁻⁵	0.0227
5,400	-20.1	51.23	9.790	318.9	0.705	1.615 × 10 ⁻⁵	0.0226
5,600	-21.4	49.86	9.789	318.1	0.690	1.608 × 10 ⁻⁵	0.0224
5,800	-22.7	48.52	9.785	317.3	0.675	1.602 × 10 ⁻⁵	0.0223
6,000	-24.0	47.22	9.788	316.5	0.660	1.595 × 10 ⁻⁵	0.0222
6,200	-25.3	45.94	9.788	315.6	0.646	1.588 × 10 ⁻⁵	0.0221
6,400	-26.6	44.69	9.787	314.8	0.631	1.582 × 10 ⁻⁵	0.0220
6,600	-27.9	43.47	9.786	314.0	0.617	1.575 × 10 ⁻⁵	0.0219
6,800	-29.2	42.27	9.785	313.1	0.604	1.568 × 10 ⁻⁵	0.0218
7,000	-30.5	41.11	9.785	312.3	0.590	1.561 × 10 ⁻⁵	0.0217
8,000	-36.9	35.65	9.782	308.1	0.526	1.527 × 10 ⁻⁵	0.0212
9,000	-43.4	30.80	9.779	303.8	0.467	1.493 × 10 ⁻⁵	0.0206
10,000	-49.9	26.50	9.776	299.5	0.414	1.458 × 10 ⁻⁵	0.0201
12,000	-56.5	19.40	9.770	295.1	0.312	1.422 × 10 ⁻⁵	0.0195
14,000	-56.5	14.17	9.764	295.1	0.228	1.422 × 10 ⁻⁵	0.0195
16,000	-56.5	10.53	9.758	295.1	0.166	1.422 × 10 ⁻⁵	0.0195
18,000	-56.5	7.57	9.751	295.1	0.122	1.422 × 10 ⁻⁵	0.0195

EK . 2 Hava İçin Karakteristik Değerler (atmosferik) (Dağsöz , A.).

θ °C	ρ kg/m ³	c_p kJ/kg K	c_p kcal/kg K	k_c W/m K	k_c kcal/m h K	$10^3 \mu$ K ⁻¹	$10^6 \mu$ kg/m s	$10^6 \mu$ kp/m ²	$10^6 \nu$ m ² /s	$10^6 a$ m ² /s	Pr
-150	2,793	1,026	0,245	0,0120	0,0103	8,21	8,70	0,887	3,11	4,19	0,74
-100	1,980	1,009	0,241	0,0165	0,0142	5,82	11,8	1,203	5,96	8,28	0,72
-50	1,534	1,005	0,240	0,0206	0,0177	4,51	14,7	1,494	9,55	13,4	0,715
0	1,2930	1,005	0,240	0,0283	0,0209	3,67	17,2	1,754	13,30	18,7	0,711
20	1,2045	1,005	0,240	0,0257	0,0221	3,4	18,2	1,855	15,11	21,4	0,713
40	1,1267	1,009	0,241	0,0271	0,0233	3,20	19,1	1,950	16,97	23,9	0,711
60	1,0595	1,009	0,241	0,0285	0,0245	3,00	20,0	2,042	18,90	26,7	0,709
80	0,9998	1,009	0,241	0,0299	0,0257	2,83	21,0	2,134	20,94	29,6	0,708
100	0,9458	1,013	0,242	0,0314	0,0270	2,68	21,8	2,224	23,06	32,8	0,704
120	0,8980	1,013	0,242	0,0328	0,0282	2,55	22,7	2,311	25,23	36,1	0,70
140	0,8535	1,013	0,242	0,0343	0,0295	2,43	23,5	2,397	27,55	39,7	0,694
160	0,8150	1,017	0,243	0,0358	0,0308	2,32	24,3	2,481	29,85	43,0	0,693
180	0,7785	1,022	0,244	0,0372	0,0320	2,21	25,1	2,564	32,29	46,7	0,69
200	0,7457	1,026	0,245	0,0386	0,0332	2,11	25,8	2,635	34,63	50,5	0,685
250	0,6745	1,034	0,247	0,0421	0,0362	1,91	27,8	2,832	41,17	60,3	0,68
300	0,6157	1,047	0,250	0,0454	0,0390	1,75	29,5	3,005	47,85	70,3	0,68
350	0,5662	1,055	0,252	0,0485	0,0417	1,61	31,2	3,178	55,05	81,1	0,68
400	0,5242	1,068	0,255	0,0516	0,0443	1,49	32,8	3,340	62,53	91,9	0,68
450	0,4875	1,080	0,258	0,0543	0,0467	-	34,4	3,508	70,54	103,1	0,685
500	0,4564	1,093	0,261	0,0570	0,0490	-	35,8	3,653	78,48	114,2	0,69
600	0,4041	1,114	0,266	0,0621	0,0534	-	38,6	3,938	95,57	138,2	0,69
700	0,3625	1,135	0,271	0,0667	0,0573	-	41,2	4,202	113,7	162,2	0,70
800	0,3287	1,156	0,276	0,0706	0,0607	-	43,7	4,450	132,8	185,8	0,715
900	0,301	1,172	0,280	0,0741	0,0637	-	45,9	4,68	152,5	210	0,725
1000	0,277	1,185	0,283	0,0770	0,0662	-	48,0	4,89	173	235	0,735

θ : sıcaklık $k=\lambda$: ısı iletim katsayısı α : ısısal yayılma katsayısı
 ρ : yoğunluk β : genişleme katsayısı γ : kinematik viskozite
 c_p : özgül ısı $\mu=\eta$: dinamik viskozite Pr : Prandtl sayısı

EK . 2 Gazların Standart Atmosferik Basınç ve 15 °C Sıcaklıktaki Özellikleri
(Roberson/Crowe) .

Gaz	Yoğunluk kg/m ³	Kinematik Viskozite m ² /s (ft ² /sec)	R Gaz Sabiti J/kg K	$\frac{c_p}{J}$ kg K ($\frac{Btu}{lbm \cdot ^\circ R}$)	$k = \frac{c_p}{c_v}$
Hava	1.22 (0.00237)	1.46×10^{-5} (1.58×10^{-4})	287 (1,716)	1,004 (0.240)	1.40
Karbon dioksit	1.85 (0.0036)	7.84×10^{-6} (8.48×10^{-5})	189 (1,130)	841 (0.201)	1.30
Helyum	0.169 (0.00033)	1.14×10^{-4} (1.22×10^{-3})	2,077 (12,419)	5,187 (1.24)	1.66
Hidrojen	0.0851 (0.00017)	1.01×10^{-4} (1.09×10^{-3})	4,127 (24,677)	14,223 (3.40)	1.41
Metan (Naturel gaz)	0.678 (0.0013)	1.59×10^{-5} (1.72×10^{-4})	518 (3,098)	2,208 (0.528)	1.31
Nitrojen	1.18 (0.0023)	1.45×10^{-5} (1.56×10^{-4})	297 (1,776)	1,041 (0.249)	1.40
Oksijen	1.35 (0.0026)	1.50×10^{-5} (1.61×10^{-4})	260 (1,555)	916 (0.219)	1.40

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	14. 06. 1972	
Doğum yeri	Van	
Lise	1986-1989	Atatürk Lisesi
Lisans	1990-1994	Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1995-Devam ediyor	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Müh. Anabilim Dalı, Isı proses programı
Çalıştığı Kurumlar	1995-1995	Sönmez Metal End. ve Tic. A.Ş.
	1997-Devam ediyor	Türk Hava Yolları

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ