

UÇAKLARDA İÇ HAVA KALİTESİ VE NEDEN OLABİLECEĞİ PROBLEMLER

T. Hikmet KARAKOÇ
Burhan IŞIKLI
Ferhat ATMACA
Serkan TOKA
Şenol KABA

ÖZET

Uçuş sırasında kabinde bulunan insanlar; düşük nem, düşürülmüş hava basıncı, çeşitli hava kirleticileri (ozon, CO, çeşitli organik kimyasallar, biyolojik yapılar vb.) gibi atmosfer faktörlerinden etkilenmektedirler.

Belirtilen bu faktörlerin seviyelerindeki ani değişiklikler, yetersizlikler ya da bunların birbirleriyle olan etkileşimleri, kabin içi hava kalitesinin bozulmasına ve buna bağlı olarak da uçak içerisinde bulunan yolcu ve uçuş ekibi sağlığı üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedirler.

Günümüzde uçaklarda kabin içi hava kalitesi konusunda uyulması gereken standartlar tam olarak oluşturulmamıştır. Bu nedenle kabin içi havalandırma özelliklerinin ve değerlerinin uçak üreticisi ve işleticisinin inisiyatifinde olduğu ve şirketlerin maliyeti azaltmak amacıyla bu konuya çok fazla önem vermedikleri görülmektedir.

Uçaklarda iç hava kalitesi, özellikle son yıllarda ön plana çıkmış olup ASHRAE tarafından da bu konuda çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışma ile iç hava kalitesi ile ilgili olarak şimdiye kadar yapılmış olan çalışmaların bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu çalışmanın bir sonraki aşamasında ise Türk Hava Yolları ile ortaklaşa bir proje ile anket ve ölçüm çalışmaları gerçekleştirilecektir.

Anahtar Sözcükler : İç hava kalitesi, uçaklarda HVAC

ABSTRACT

During the flight, the passengers are exposed to atmospheric factors such as low humidity, reduced air pressure, various air pollutants (ozone, carbon monoxide and other organic chemicals and biological structures).

The abrupt changes of the level, insufficiencies or their interacts of the given substances may lead to upset of the cabin indoor air quality and therefore the negative impacts on the passengers and the crew.

Yet. Therefore it is seen that, the cabin indoor ventilation properties and their values appear to be on the initiative of the aircraft manufacturers and operators, and hence in order to reduce the cost they haven't given importance to it..

The indoor air quality in aircrafts has been brought to foreground especially in the recent years and various studies have been driven by the ASHRAE.

By this work, an evaluation of the studies that done until present has been made. At the next step of this work, a joint project and a public survey with Turkish Airlines will be carry out.

Keywords : Indoor air quality, HVAC of aircrafts

1.GİRİŞ

Son yıllarda ticari uçaklarla yolculuk eden yolcu sayısı büyük bir hızla artmaktadır. Bu yolculukları gerçekleştirenler arasında yaşlı veya genç, çeşitli tıbbi rahatsızlıkları bulunanlar, çocuklar ve bebekler de vardır.

Günümüz ticari uçakları kalkış ve iniş süresi boyunca farklı sıcaklık, basınç ve nem değişimleri içeren ortamlarda bulunmaktadır. Uçak kabini, diğer ev ve ofis binalarında bulunan iç ortam atmosferine benzer özellikler taşımaktadır. Bu ortamlarda insanlar dış ortam havası ve tekrar dolaşım (resirkülasyon) havasının karışımına maruz kalmaktadır. Ancak kabin iç ortamı bazı yönleri ile diğer yapılardaki ortamlardan ayrılmaktadır - küçük bir hacimde bulunan insan sayısı, basınçlandırma gereksinimi ve hareketsizlik gibi. Uçuş sırasında kabinde bulunan insanlar, düşük nem, düşürülmüş hava basıncı, çeşitli hava kirleticileri (ozon, karbon monoksit, çeşitli organik kimyasallar ve biyolojik yapılar vb.) gibi atmosfer faktörlerini karşılamak durumundadır.

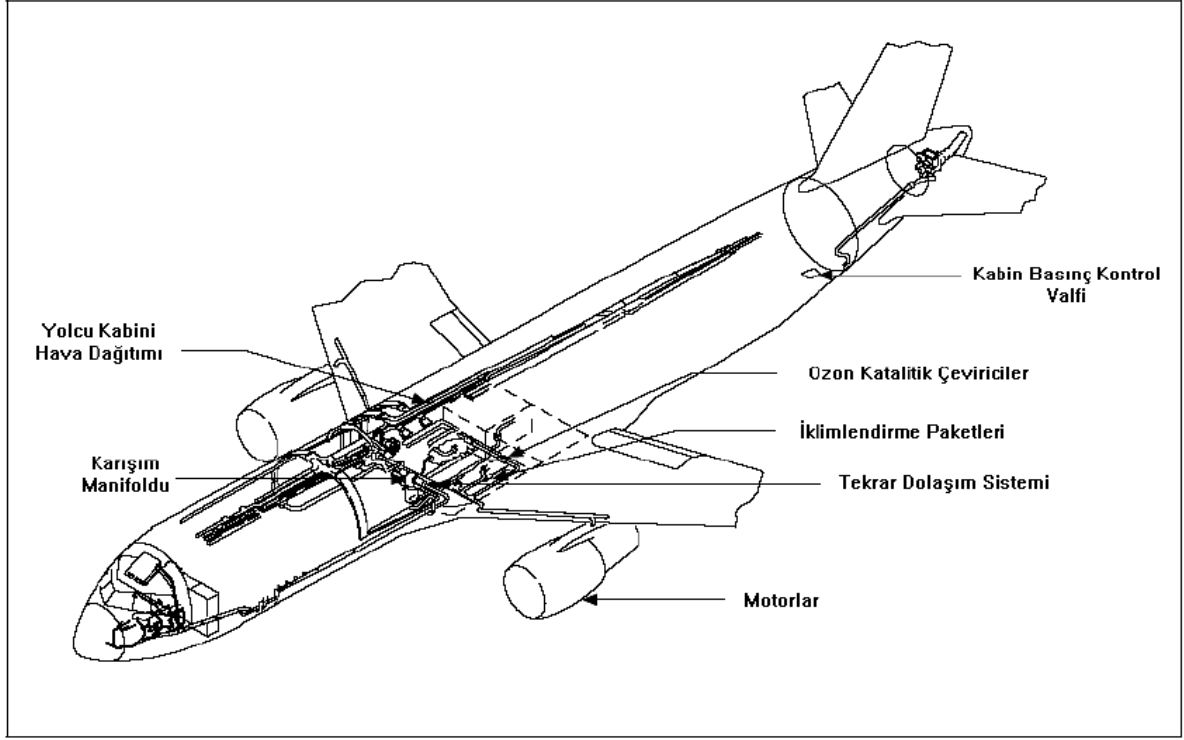
Yolcu ve mürettebatın güvenli, sağlıklı ve konforlu bir seyahat gerçekleştirebilmeleri için günümüz modern uçakları Çevresel Kontrol Sistemleri (ECS: Environmental Control System) ile donatılmaktadır. Bu sistemde dış ortam havası uçağın güç sisteminden alınarak, kabinden alınan filtrelenmiş hava ile karıştırılır ve kabine gönderilir. Çevresel kontrol sistemleri, kabine girebilecek hava kirleticilerini azaltmak ve kabin içinde sıcaklık, basınç, nem ve havalandırmayı kontrol etmek amacıyla tasarlanmıştır [1].

Bir ortamda bulunan havanın temizliği iç hava kalitesini belirler. Temiz hava: belirlenen standartlara göre belirli seviyelerde kirlenici madde içermeyen ve bu havayı kullanan insanların çoğunluğunda havanın kalitesi ile ilgili tatminsizlik yaratmayan havadır. Yapılan bu çalışma ile günümüzde uçaklarda kullanılan çevresel kontrol sistemleri kısaca incelenerek, iç hava kalitesi kavramı çerçevesinde kabin hava kirleticileri, sağlık ve konfor açısından oluşabilecek riskler belirtilmektedir. Ayrıca son zamanlarda kabin iç hava kalitesi ile ilgili yapılmış çeşitli çalışmalara yer verilmiştir [1].

2. UÇAKLARDA ÇEVRESEL KONTROL SİSTEMİ VE İÇ HAVA KALİTESİ

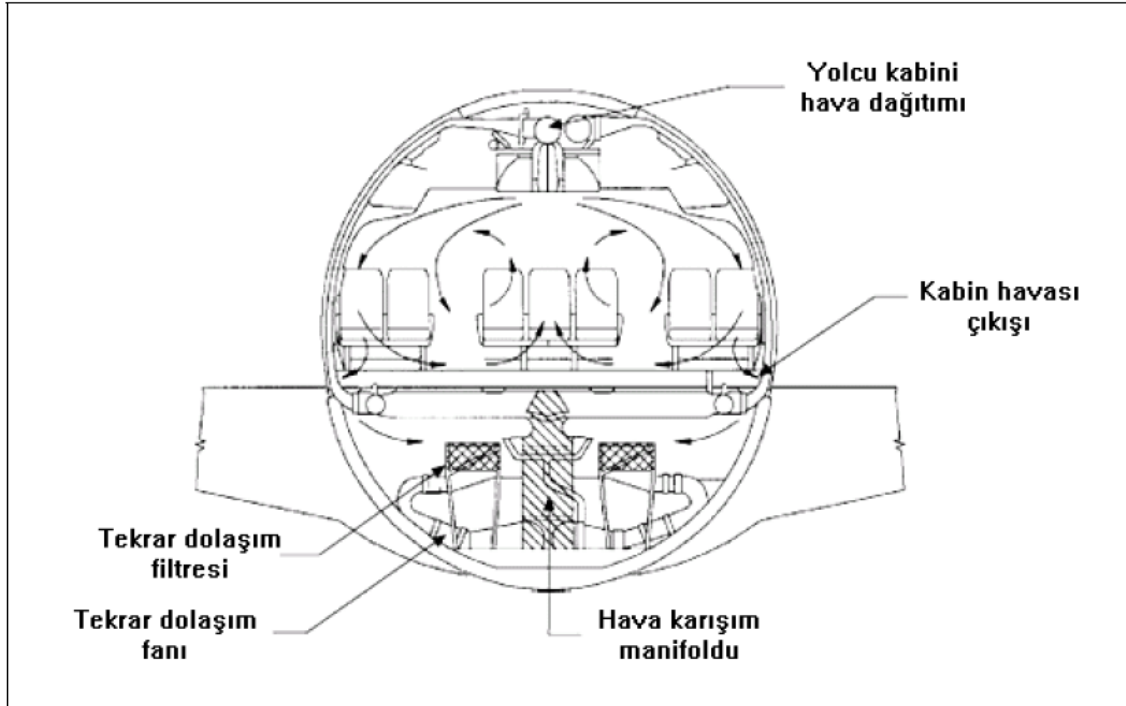
Günümüz yolcu uçaklarının seyahat ettikleri ortam, korunmasız olarak insanların yaşayabileceği fiziksel şartlara sahip değildir. Bu nedenle modern ticari uçaklarda oldukça karmaşık Çevresel Kontrol Sistemleri kullanılmaktadır. Uçaklarda bulunan çevresel kontrol sistemleri, uçağın her türlü uçuş şartları altında insan fizyolojisinin ihtiyaçlarını karşılayacak ve belli konfor değerlerini oluşturacak şekilde tasarlanmıştır [2].

Aşağıdaki şekilde uçaklarda insan fizyolojinin ihtiyaçlarını karşılayan ve konforu sağlayan çevresel kontrol sisteminin ana parçaları gösterilmektedir.



Şekil 1. Boeing 767 uçağının çevresel kontrol sistemi elemanları ve yerleşimi [2]

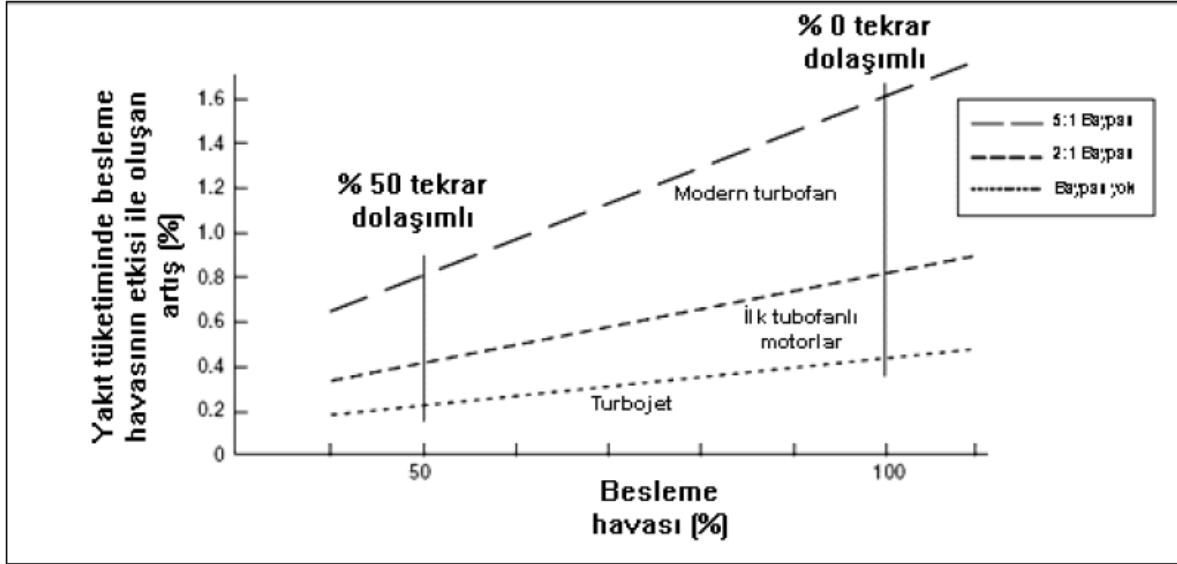
Kabin havalandırma sisteminin tasarımı, bir koltuk sırasına gönderilen havanın yine o koltuk sırasından alınarak atılmasını sağlayacak biçimdedir. Bu sayede kabinde enfeksiyon yayılma riski azaltılmış olur [2].



Şekil 2. Kabin içinde oluşan hava akış yolları [2]

Ticari jet uçaklarının ilk yıllarında uçaklar, kabin havası tekrar dolaşım sistemlerine sahip değildiler. Bunun en önemli sebebi, ilk jet motorlu ticari uçakların motorlarının oldukça düşük verimlerde çalışmalarıydı. Bu nedenle motora giren havanın tamamı itki sağlamak için kullanılıyordu. Dolayısıyla yakıt tüketimleri de oldukça yüksek düzeylerdeydi. Ayrıca dış ortamdan kabine alınan hava da ek bir yakıt tüketimi getirmekteydi.

İlk jet motorlu ticari uçaklarda, motorda bulunan besleme havası delikleri küçük olduğundan havalandırma için kullanılan yakıt daha azdır. Motor teknolojisinin gelişimi ile birlikte turbofan motorlar geliştirilmiştir. İlk turbofan motorlar 2:1 baypas oranlarına sahiptirler. Yakıt ekonomisi bu sayede geliştirilmiş fakat besleme havasını % 100 oranında dışarıdan alacak düzeyde bir gelişim sağlanamamıştır. Daha sonra geliştirilen modern turbofan motorlar ise 5:1 baypas oranına sahiptirler. Ancak besleme havasının neden olduğu yakıt tüketimi artışı bu motorlarda daha da fazlalaşmıştır. Uçaklarda tekrar dolaşım sisteminin olmaması ve % 100 oranında havanın kabine verilmesi çok büyük bir maliyeti beraberinde getirmektedir. Daha sonra yapılan çalışmalar sonucunda iç hava kalitesinden ödün vermeksizin önemli derecede yakıt ekonomisi sağlanmıştır. Yüksek verimli filtreler kutlanılarak ve besleme havasının oranı düşürülerek, tekrar dolaşıma sahip sistemler uçaklarda kullanılmaya başlanmıştır [2]. Şekil 3'te modern jetlerde besleme havasının yakıt tüketimi üzerine etkisi gösterilmektedir.



Şekil 3. Besleme havasının yakıt tüketimi üzerine etkisi [2]

3. UÇAKLARDA İÇ HAVA KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Genel olarak uçaklarda iç hava kalitesini etkileyen faktörler beş ana başlık altında toplanmaktadır. Bunlar;

- Basınç
- Oksijen
- Sıcaklık
- Nem
- Hava kirleticileri'dir.

Belirtilen bu faktörlerin seviyelerindeki ani değişiklikler, yetersizlikler veya bunların birbirleriyle olan etkileşimleri, kabin içi hava kalitesinin bozulmasına ve buna bağlı olarak da uçak içerisinde bulunan yolcu ve mürettebat sağlığı üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedirler.

Basınç: Yüksek irtifalarda hava yoğunluğunun düşük olması nedeniyle uçak üzerinde oluşan aerodinamik sürüklenme kuvveti daha azdır. Bu durum ise yüksek irtifaları uçuş için daha verimli hale getirir. Bu nedenle hemen hemen bütün ticari uçak kabinleri, yolcular ve mürettebatın güvenliği için basınçlandırılmaktadır [3].

Uçaklarda basınçlandırma için kabul edilen standart, Federal Havacılık Düzenlemeleri (FAR: Federal Aviation Regulations) 25.841'dir. Uçak kabininin basınçlandırma sistemi için gerekli şartları tanımlayan bu standart, ABD Federal Havacılık Dairesi (FAA: Federal Aviation Administration) ile Birleşik Havacılık Otoritesi (JAA: Joint Aviation Authority) tarafından belirlenmiştir. Buna göre normal operasyon şartlarında, kabin basınç irtifası 2450 m (8.000 ft)'den daha fazla olmamalıdır.

Her ne kadar uçak kabinlerinin basınçları 2450 metre civarında sabitlenmeye çalışılsa da bu basınç seviyesi deniz seviyesindeki basınca göre daha düşüktür. Bu düşük basınç, insan fizyolojisi üzerinde birtakım olumsuz etkiler yaratmaktadır. Örneğin; uygulanan indirgenmiş basınç, vücut boşluklarında sıkışan havanın genişlemesine yol açar. Bu gaz genişlemesi, yolcular için küçük rahatsızlıklara sebep olabilir, fakat bazı hassas durumlarda önemli sağlık riskleri de oluşturabilmektedir [4].

Oksijen: Solunan havanın içerisinde % 14,5 oksijen, % 80 nitrojen ve % 5,5 civarında da karbondioksit bulunmaktadır. Açık havada deniz seviyesindeki ortalama atmosfer basıncı 760 mmHg'dir. Bu koşullarda atmosfer içerisindeki oksijenin kısmi basıncı (PO₂) 160 mmHg (yaklaşık % 21) olur. Ancak, karbondioksit ve su buharının yükselen yüzdeleri oksijenin kısmi basıncının 105 mmHg dolaylarına düşmesine neden olur. Bu nedenle insan vücudunun alışıktığı kısmi basınç seviyesi 105 mmHg'dir. Oksijenin kısmi basıncının bu değerden daha düşük olması durumunda oksijenin kana karışımı azalır ve vücut işleyişi bozulur [5].

Sıcaklık: Genel olarak uçaktaki sıcaklık seviyesi bir sağlık sorunundan çok bir konfor sorunu olarak ele alınmaktadır. Fakat diğer fiziksel ve biyolojik etkenlerle birlikte sağlık sorunlarına da neden olabilmektedir.

Sıcaklığın insan fizyolojisi üzerindeki etkilerine bakılacak olduğunda, sıcaklığın yolcuların ve mürettebatın su kaybı oranını etkilediği görülecektir. Ayrıca sıcaklıkla doğrudan bağlantılı olan nemlilik da, ısı konforu etkileyen bir diğer özelliktir. Binalarda, hem yüksek sıcaklık hem de düşük bağıl nem, artan hasta bina sendromu (SBS: Sick Building Syndrome) ile ilgili olagelmıştır. Hasta bina sendromu semptomları bitkinlik, baş ağrısı, deri ve mukus tabakalarının tahriş olması gibi özel olmayan akut semptomlardır.

Sıcaklık ayrıca hem hissedilen hem de hedef olan hava kalitesini etkilemektedir. Hissedilen hava kirliliği, sıcaklık arttığı için daha fazladır. Sıcaklığın, vücut koku yapısı ve kabin malzemelerinden gelen uçucu organik partiküllerin (VOC: Volatile Organic Compound) emisyon oranı üzerine de etkisi olacaktır ve bu nedenle kabin havasındaki kirlenici konsantrasyonu etkileyecektir.

Nem: Kabin iç hava kalitesi açısından bakıldığında bağıl nem oranı iki açıdan önem taşımaktadır; birincisi yolcu konforu, ikincisi ise uçak yapısı ve emniyetidir [1].

Kabin içerisindeki yüksek bağıl nem değeri (% 70'den büyük olduğunda), özellikle yüksek sıcaklık olması durumunda yolcular için rahatsız edici bir ortam havası oluşturmaktadır. Bu durumda kabin içinde yoğuşma meydana gelir, oluşan su damlaları uçak yapısı üzerinde olumsuz etki yaparak korozyona neden olabilmektedir. Bunun dışında bazı mikrobiyolojik yapılar yüksek bağıl nem değerlerinde yaşama imkânı bulmaktadır ve insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadırlar.

Günümüz modern uçaklarında bulunan gelişmiş çevresel kontrol sistemleri, dışarıdan alınarak kabine verilen havayı nem ayırıcılar yardımı ile kuru hale getirmektedirler. Dolayısı ile kabinde oluşan nemin asıl kaynağı insan solunumu ve deride oluşan buharlaşmadır.

Kabinden alınarak tekrar dolaşıma katılan hava ile dış ortamdan alınan hava karıştırılarak kabinde yaklaşık % 10–20 değerinde bir bağıl nem oluşturulmaktadır. Kokpitte oluşan bağıl nem değeri ise kabindekenden daha düşüktür, çünkü kokpitte yapılan havalandırma oranı daha yüksektir. Bu değerler

açısından bakıldığında uçak kabininde bulunan nem miktarı, insan konforu açısından ASHRAE (1992)'nin belirlediği standartların altında kalmaktadır [3].

Kabin Hava Kirleticileri: Kabin içinde oluşan kirlilik, dış ortamdan alınarak kabine verilen havalandırma havası ile yok edilir. Havalandırma havası, dış ortamdan alınan hava ile kabin içindeki kirliliğin seyreltilerek kabin dışına atılması için kullanılmaktadır. Dış ortam havasının akış oranı, kabin iç kirliliği üzerinde önemli etkiye sahiptir. Uçakta bulunan bir yetişkin ortalama 0,44 g/dakika oksijen tüketir. FAR 25 düzenlemesine göre ise minimum dış ortam havası akış değeri kişi başına 0,25 kg/dakika'dır. Kabine alınan oksijen değeri ise kişi başına yaklaşık 0,058 kg / dakika'dır [1].

Devir-daim yapılan havanın bir filtre sistemi ile patojen ve zararlı partiküllerden temizlenmesi nedeniyle, bu filtrelerin etkinliği ve verimi büyük önem taşımaktadır. Uçaklardaki havalandırma sisteminde kullanılan filtreler, HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) tip filtredir. Bu filtreler mikroskobik ölçekteki virüs ve bakterileri yakalayabilecek verimdedir. Ortalama olarak havada bulunan mikroorganizmaları, % 94 – 99,97 verimle filtreleyebilmektedir. Bu filtrelerin verimli çalışmaları için düzenli olarak bakımlarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir [3].

Kabin içi kirliliği, en çok yolcu solunumu olmak üzere, daha sonra yemek kokusu, tuvalet kokusu vb. kaynaklardan veya kabin dışından kaynaklanabilmektedir. Buna göre kabin içi kirliliğini iki ana grupta toplamak mümkündür:

a. Dış Kaynaklı Kirlilik

Kabine verilen havalandırma havası, çevresel kontrol sistemi sayesinde uçağın etrafındaki dış ortam havasından alınarak verilir. Bu nedenle dış ortam havasında bulunan herhangi bir kirlilik yolcu kabinine girebilir.

Çoğu havalimanı, kirliliğin yoğun olduğu büyük şehirlerin yakınlarında yer almaktadır. Şehir kirliliğinin yanı sıra havalimanlarında uçak motor emisyonu ve kullanılan motorlu servis araçları nedeniyle oluşan kirlilik önemli bir yer tutmaktadır. Uçak henüz yerdeyken açık olan kapılardan giren egzoz gazları, buzlanmayı önleyici kimyasal sıvılar, dolaşım havasına karışan hidrolik sıvı ve yağlama sisteminden karışan kimyasallar sağlık açısından risk taşımaktadır [3].

Yer seviyesi ve düşük yükseklikteki kirlilik, genellikle antropojenik kaynaklıdır. Normal uçuş şartlarında uçağın bu kirliliğe maruz kalma süresi kısadır. Uçak, kalkışta ve inişte kısa bir süre boyunca bu kirli hava ortamında bulunur. Uçuşta trafik yoğunluğu gibi nedenlerle havalimanı civarında yapılan beklemler de bu kirliliğe maruz kalma süresini uzatır [3].

Seyahat uçuşu yüksek irtifalarda gerçekleştiğinden dış ortam havasında bulunan kirlilik çok azdır. Bununla birlikte yüksek irtifalardaki en önemli kirlilik kaynağı ozon (O₃)'dur. Atmosferik ozon, güneşten gelen morötesi radyasyon etkisi ile oksijenin fotokimyasal dönüşümü sonucu oluşmaktadır. Bu konu ile ilgili standartlar ise FAA tarafından FAR 25.832 ve FAR 121.578'de tanımlanmıştır [1].

Ozon sağlık açısından solunum problemlerine, astım rahatsızlığını artırma ve vücut bağışıklık sisteminin bozulmasına sebep olabilmektedir.

b. İç Kaynaklı Kirlilik

İç kaynaklı kirleticiler uçak mürettebatı ve yolculardan kaynaklanan virüs, bakteri ve diğer mikroorganizmalardır. Bu kirlilik, elbise ve deri üzerinden veya solunum yoluyla oluşmaktadır [1].

Yolcu veya mürettebat çeşitli virüs, bakteri ve alerjen kaynağını oluşturmaktadır. Ancak bunun yanı sıra insanların kabin içinde oluşturduğu en önemli kirlilik solunum sonucu oluşan karbondioksittir.

Koltuk kaplamaları veya tabanda kullanılan halı türü ürünler de içinde bulundurabileceği toz, mikroorganizmalar ve alerjenler sebebiyle çeşitli kirlilikler oluşturmaktadır [3].

Uçuşlar arasında uçakların içi temizlenmektedir. Temizlik için solvent, deterjan, su veya çeşitli kimyasallar kullanılır. Bu nedenle bu maddeler, uygulanmalarından sonraki sürelerde yüzeylerde veya buharlaşarak kabin havasında kirlilik oluşturabilmektedir [1].

Bunların dışında uçaklarda böcek ve haşere varlığını önlemek için çeşitli ilaçlar kullanılmaktadır. Birçok ülke, sıtma ve sarıhumma vakaları gibi vektör yoluyla geçen hastalıkların yaygın olduğu ülkelerden kalkan uçakların böceklerden arındırılmasını istemektedir. Kabin içinde uygun olamayan yöntemlerle kullanılan bu kimyasallar da sağlık açısından risk oluşturabilmektedir.

4. KABİN ATMOSFERİNİN NEDEN OLABİLECEĞİ PROBLEMLER

Hipoksi: Vücudun kan, hücre ve dokularında oluşan oksijen eksikliği sebebi ile vücut fonksiyonlarında meydana gelen bozulma halidir. Oksijen eksikliği çeşitli sebeplerden meydana gelebilir. Fakat uçuş esnasında en çok karşılaşılan sebep, akciğerin hava keseciklerindeki oksijenin kısmi basıncının azalmasıdır. Bunun da sebebi, bulunulan ortamdaki oksijen basıncının azalmış olmasıdır. Hipoksi bazı belirtilerle ortaya çıkabileceği gibi herhangi bir belirti vermeden de oluşabilir. Eğer hipoksi belirtisiz bir şekilde başlarsa bu durum uçucular için büyük bir tehlike meydana getirir. Dolayısıyla kendi performansının bozulduğunu anlayamaz ve sırasıyla şu etkiler oluşur;

- Düşüce yavaşlar
- Yapılan hesaplamalar yanlış olur
- Hafıza zayıflar
- Reaksiyon süresi uzar
- Solunum adedi ve derinliği artar
- Siyanoz (morarma) oluşur
- Zihin bulanıklığı baş gösterir
- Muhakeme zayıflığı başlar
- Kaslarda koordinasyon bozukluğu oluşur
- Son olarak da şuur kaybı meydana gelir [4, 5, 6].

Derin Damar Trombozu (DVT-Deep Vein Thrombosis): Derin damar trombozu, damarlardaki kanın pıhtılaşmasıdır. Vücudun başka bölgelerinde de oluşabilmesine rağmen genelde bacak damarlarında görülmektedir. DVT'nin neden olabileceği asıl tehlike, pıhtının bir parçasının koparak akciğer dolaşımına girmesi ve atardamarlardan birini tıkamasıdır. Buna akciğer tromboembolizmi veya PTE (pulmonaty thromboembolism) denilmektedir. Sonuçları ise sırasıyla kanda oksijen yetersizliği, dolaşım azalması, bayılma ve ölümdür [4].

Yapılan incelemeler sonucu damar trombozu rahatsızlıklarının uzun süreli uçuşlarda ve özellikle yaşı ilerlemiş yolcularda olduğu gözlemlenmiştir. Uzun bir uçak yolculuğu sonrasında, ya hemen uçuştan sonraki saatlerde veya 2 günden 1 aya kadar sürelerde (ortalama 4 günde) belirti verebilmektedir [7].

DVT rahatsızlıkları genellikle hareketsizlik, kramp durumu, oturma şekli, yetersiz su buharı ve kabin içi basıncı gibi faktörlere bağlıdır [8]. Ancak bu rahatsızlık sadece havayolu yolculuğuna özgü bir problem değildir; raylı ve karayolu ile yapılan herhangi bir yolculuk sonrasında da ortaya çıkma riski vardır.

DVT için önlem ve öneriler

Uzun uçuşlarda bir risk faktörü veya hastalık geçmişi olsun olmasın, tüm yolcular için tavsiye edilen önlemler şunlardır:

- Bacaklara belirli aralıklarla germe-uzatma-bükme hareketleri yaptırılmalı, saatte bir 5 dakika gezinmeli, derin nefes alınmalıdır.
- Uzun süre aynı pozisyonda uyunmamalı, yatma pozisyonu değiştirilmelidir.
- Uyku ilacı ve alkolden uzak durulmalıdır (Uyku ilacı hareketsiz kalınmasına, alkol ise sıvı kaybına neden olacaktır).
- Uçuş öncesi ve uçuş sırasında sık sık sıvı alınmalıdır (uçaktaki kabin havası kuru olduğu için, ter ve nefes yoluyla sıvı kaybı olur, sıvı alımı da az ise, kan yoğunlaşması ve pıhtılaşma olasılığı artar).
- Vücudu sıkmayan rahat giysiler giyilmeli, rahatsızlık veren durumlarda elastik bandaj veya varis çorapları kullanılmalıdır [9].

Enfeksiyon Yayılımı: Bu güne kadar yapılan uzun uçuşların bazılarında yolcu ve mürettebat tarafından bulaşıcı olan hastalıklar geçirildiğine dair çeşitli şikâyetler alınmıştır. Birçok yolcu, yakınında bulunan ve bulaşıcı hastalık taşıyan diğer yolculardan veya devir-daim havası ile bu hastalıklara yakalanmaktan endişe duymaktadır. Yabancı ülkelere yapılan yolculuklar sırasında bağışıklık kazanılmamış patojenlere veya virüslere maruz kalma riskinin arttığı ve dönüş sonrasında hastalanma olasılığının bulunduğu açıktır.

Hastalıkların kabin içinde yayılımı birkaç sebepten oluşur:

- Kirilenmiş su veya yemek (kolera, yemek zehirlenmesi)
- Tuvaletler (dizanteri)
- Doğrudan temas veya vücut akışkanları (Hepatit, AIDS)
- Eklembacaklılar (malarya, dengue)
- Havadaki yabancı maddelerin kişiden kişiye yayılımı

Uçaklardaki kabin içi havası, kullanılan havanın yaklaşık yarısının tekrar dolaşıma katılması ile sağlanır. Bu nedenle havalandırma sisteminde kullanılan filtrelerin, kabine verilen devir-daim havasının içerebileceği bakteri ve virüslerin tamamen yok edilmesini sağlayamayacağı ve enfeksiyonların yayılmasına neden olabileceği düşünülebilir. Fakat bu konuda yapılan çalışmalar, uçaklarda kullanılan filtrelerin çok yüksek verimde olduğunu, çok ufak boyutlardaki virüs ve mikroorganizmaların bile % 99,9 oranında temizleyebildiğini göstermiştir. Ancak filtrelerin verimli çalışmaması veya kontrollerinin gerekli zamanlar içerisinde yapılmaması gibi durumlarda hava kalitesi bakımından riskler oluşabilmektedir. Bu filtreler, kabin havası içindeki bakteri ve virüsleri çok hızlı şekilde temizleyebilmelidir. Düzenli olarak yapılan kontrollerle kabin havası içerisinde mikroorganizmaların bulunmadığı tespit edilmelidir [4,10].

Sonuç olarak kabin çevresinde hava maddelerinin yayılması net bir biçimde tespit edilmemiştir. Fakir havalandırmanın, hastalığın yolcular arasında yayılmasına etkisinin araştırılması gerekmektedir. Havadaki bakteri oranı bulunurken, kabin temizlik prosedürleri ve etkileri değerlendirilmelidir.

Diğer Etkenler: Daha önce de belirtildiği gibi sıcaklığın diğer sağlık ve hava kalitesi konularında dolaylı bir etkisi vardır ancak bunlar tam olarak anlaşılabilmiş değillerdir:

- Vücuda olan direkt etkisinin haricinde yüksek sıcaklıklarda insanlar, daha az aktif olma eğilimi gösterdiği için derin damar trombozu riski kabin sıcaklığı tarafından etkilenebilir;
- Sıcaklık ve nemin birleşimi, hava kaynaklı patojenlerin yaşayabilirliğini ve/veya vücudun enfeksiyonlara karşı çıkabilme yeteneğini etkileyebilir [4].

Çoğu uçak kabininde bağıl nem, uçak tipine bağlı olarak ortalama % 15 ve % 19 arasında değişmektedir. Düşük nem, bir kabin ortamı kirleticisi olmamakla beraber yolcu ve mürettebatın sağlığına etki eden bir faktördür. Düşük bağıl nem deride, mukoz zarda ve göz zarında kurumalara neden olabilmektedir. Özellikle mukoz ve göz zarında oluşan kuruma gözün sürekli sulanmasına ve ağrılara neden olabilmektedir. Düşük nem, solunum enfeksiyonu, astım ve soluk borusu rahatsızlıkları olan kişilerde büyük etkiler yapabilmektedir.

Kabin havasındaki bağıl nemde yapılacak küçük artışlarla (%15-19'dan % 22–24 değerine), hasta bina sendromunda gerçekleştirilen % 10 nem artışında olduğu gibi olumlu sonuçlar elde edilebileceği belirtilmektedir. Elde edilecek bu nem değerlerinde uçağın güvenliğinin etkilenmeyeceği, yani yoğunlaşmanın meydana gelmesiyle uçak yapısı üzerinde korozyonun oluşmayacağı ve çeşitli mikrobiyolojik yapıların oluşumunun da gerçekleşmeyeceği belirtilmiştir. Düşük nemin olumsuz etkileri, yolcular ve mürettebatın uçağı terk etmesinden sonraki sürelerde ortaya çıkabilmektedir. Bu etkiler sonucu oluşan su kaybı etkisinin giderilmesi için gereken süre kişinin biyolojik özelliklerine, psikolojik durumuna ve ortam özelliklerine göre değişmektedir [1, 12].

Jet Lag, özellikle kısa sürede birçok zaman alanından geçme sonucu oluşur ve biyorytmin bozulması olarak tanımlanır.

Etkileri ise şunlardır;

- Yorgunluk
- Azalan uyanıklık / konsantrasyon
- Zihinsel performansın hasarı
- Azalan motivasyon
- Çabuk sinirlenme hali
- Bulantı, sindirim problemleri

5. UYGULAMA

Bu çalışma kapsamında ayrıca, Türkiye'de bulunan çeşitli havayolu işletmelerinde yolcu ve mürettebata yönelik anket çalışmaları hazırlanmıştır. Literatür araştırması ile anket çalışması, esas çalışmanın birinci aşamasını oluşturmaktadır. İkinci aşama ise, birinci aşama sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda Türkiye'de faaliyet gösteren havayolu işletmelerinde uygulanacak olan kabin içi hava kalitesine yönelik çeşitli ölçümleri kapsamaktadır. Bu ikinci aşamada kabin içerisine yerleştirilecek çeşitli ölçüm cihazları ile kabin içi basınç, sıcaklık, nem, titreşim, gürültü ve bulaşıcı hastalıkların yayılmasına neden olabilecek bakteri oluşum seviyelerinin ölçülmesi amaçlanmaktadır. Yapılan bu araştırmanın tamamlanması ile elde edilecek değerler ve sonuçlarda tekrar açıklanacaktır.

6. SONUÇ

Günümüz modern ticari jet uçaklarında kullanılan gelişmiş çevresel kontrol sistemleri (ECS), kabin içinde oluşabilecek kirliliği en aza indirmek için tasarlanmış olmalarına rağmen kabin içinde çeşitli kaynaklara bağlı olarak kirlilik oluşumu meydana gelmektedir. Kabin iç hava kalitesine etkileyen bu kirlilik, dış kaynaktan, iç kaynaktan veya uçak sistemlerinin kendisinden oluşmaktadır.

Bugüne kadar çeşitli sayıda uçak seyahatinden sonra yolcu veya mürettebattan, kabin ortamına (kabin basıncı veya nem oranı), hava kirlleticilerine (temizlik kimyasalları, sistemlerde kullanılan kimyasallar, hidrolik sıvı, ozon gibi) ve fizyolojik etkilere (yorgunluk, gürültü, sıkışık oturma ve jet lag gibi) bağlı olduğu düşünülen çeşitli rahatsızlıklar ve şikâyetler alınmıştır. Ancak bu bilgiler şu ana kadar bir merkezde toplanmadığı için kabin iç hava kalitesine etkileyen faktörler ve bunların oluşturabileceği sağlık riskleri arasında bağlantı kurmak oldukça zordur.

Kabin içi havalandırma özelliklerinin ve değerlerinin uçak üreticisi ve işleticisinin insiyatifinde olması nedeniyle, kabin iç hava kalitesinin artırılması yönünde şirketlerin bu konuya daha fazla önem vererek yaklaşımları gerektirmektedir. Bu konuda yürütülecek çalışmalar sonucu elde edilen değerlerle, uçak imalatçalarına ve uçak işleticilerine minimum maliyetle kabin iç hava kalitesini artırmak için tavsiyelerde bulunarak yardımcı olmak ve bu konuda bazı standartların oluşturulmasını sağlamak amaçlanmıştır.

Yüksek irtifalarda uçuş sürüklemeyi azalttığından, yakıt maliyetlerini % 38 oranında düşürmektedir (30,000 ft. (9150 m) ile deniz seviyesi şartları karşılaştırılmıştır). Öte yandan havalandırma için gerekli olan atmosfer havasının basınçlandırılması ise yakıt maliyetlerini % 2 artırmaktadır.

Bu sebeple günümüz ticari yolcu uçaklarında, yolcu kabininin havalandırılması için şartlandırılmış hava kullanılmaktadır. Maliyetler nedeni ile kabine verilen havanın yaklaşık yarısı tekrar dolaşım havası olmaktadır. Bu havanın iyi filtrelenmemesi, enfeksiyon açısından büyük risk oluşturmaktadır. Uçaklarda kullanılan Yüksek Verimli Partikül Filtreleri'nin (HEPA) düzenli olarak bakımlarının yapılması ve gerekli zamanlarda değiştirilmesi, enfeksiyon riskini azaltacaktır.

Havayolu seyahatlerinde yolcuların küçük bir hacimde ve birbirlerine yakın oturmaları nedeni ile özellikle uygun olmayan havalandırma değeri veya havalandırmanın çalışmadığı anlarda enfeksiyon riski çok fazladır.

Yolcular ve uçuş ekibi açısından bakıldığında, özellikle uzun uçuşlarda konforlu ve sağlık açısından risk taşımayan bir seyahat yapabilmek önemlidir.

Uçaklarda iç hava kalitesi son yıllarda özellikle ön plana çıkmış olup ASHRAE tarafından bu konuda çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

ASHRAE'nin standardına göre uçaklarda yolcu başına minimum havalandırma oranı 7 lt/sn olarak verilmektedir. Bu değer yaklaşık olarak ofislerde önerilen miktardır. Hocking'in yaptığı bir çalışmaya göre havayolu şirketleri, ASHRAE'nin standartlarının çok pahalı olduğunu iddia etmektedirler. Dışarıdan sağlanan havanın 7 lt/sn'den 2.3 lt/sn'ye düşürülmesi, orta boyutta yapılan 4 saatlik bir uçuşta hava yolu şirketinin 96\$ tasarruf etmesini sağlamaktadır. Bu durumun 4 saatlik bir uçuşta yolcu başına 48 cent'e karşılık geldiği belirtilmektedir.

Günümüzde yaygınlaşan konfor anlayışı doğrultusunda yolcular ve mürettebat için özellikle uzun uçuşlarda konforlu bir ortam ve sağlık açısından risk taşımayan bir seyahat yapabilmek imkânı sağlanacaktır.

7. KAYNAKLAR

- [1] Ferhat Atmaca, Serkan Toka, Şenol Kaba, Kabin İç Hava Kalitesi (Bitirme Ödevi), Anadolu Üniversitesi, Haziran 2005
- [2] H. Hunt Elwood, Dr. Don H. Reid, David R. Space, and Dr. Fred E. Tilton, Commercial Airliner Environmental Control System-Engineering Aspects of Cabin Air Quality, California, May 1995
- [3] Committee on Air Quality in Passenger Cabins of Commercial Aircraft, The Airliner Cabin Environment and The Health of Passenger and Crew, National Academy Press, Washington, D.C., 2002
- [4] Building Research Establishment Report, Study of Possible Effects of Cabin Air Environment Stage 2, November 2000
- [5] Öğrt. Pilot Coşkun Zaim, Doç. Dr. Muzaffer Çetingüç, İnsan Performans ve Limitleri, Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu
- [6] Uçuş Hastalıkları, www.almanhastanesi.com.tr/makale/makaleler/ucus_hastaliklari
- [7] Yrd. Doç. Dr. Ahmet Şen, Doç. Dr. Ahmet Akın, GATA Hava ve Uzay Hekimliği, Eskişehir, <http://www.gata.edu.tr/dahilibilimler/halksagligi/bulten.htm>
- [8] IEW Web Report W5. A Consultation on the Possible Effects on Health, Comfort, and Safety of Aircraft Cabin Environment, March 2001
- [9] Havacılık Tıbbı Dergisi, <http://www.hvtd.org/html/bulten/news.php?newsid=5>
- [10] Kabin Kalite, <http://www.hssgm.gov.tr/html/uluslararasiseyahattesaqlik.htm>
- [11] Nagda, N.L. ed. 2000. Air Quality and Comfort in Airliner Cabins. West Conshohocken, PA: American Society for Testing and Materials.
- [12] Nagda, N.L. and M.Hodgson. 2001. Low relative humidity and aircraft cabin air quality. Indoor Air 11(3):200 – 214.

ÖZGEÇMİŞLER

T. Hikmet KARAKOÇ

1980'de Eskişehir Devlet Mühendislik Mimarlık Akademisi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirdi. 1982'de Yıldız Teknik Üniversitesi'nden Yüksek Lisans Derecesi aldı. 1987'de Doktor, 1988'de Yardımcı Doçent, 1991'de Doçent, 1997'de Profesör oldu.

Araştırma konuları "Tesisat", "Havacılık", "Gaz Türbinleri", "Yakıtlar ve Yanma", "Doğalgaz" ve "Enerji Ekonomisi"nde yoğunlaşmıştır. Sanayide birçok kuruluşa Danışmanlık ve Araştırma Projeleri yapmıştır. Ulusal ve uluslar arası 60 makale ve bildirisini, ayrıca 10 kitabı yayınlamıştır.

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, Tesisat ve İnşaat Malzemecileri Derneği Dergilerinin Genel Yayın Yönetmenliğini – Editörlüğünü sürdürmektedir.

Makina Mühendisleri Odası Eskişehir Şubesi, Türk Isı Bilimi ve Tekniği Derneği, Eskişehir Öğretim Elemanları Derneği ve Türk Tesisat Mühendisleri Derneği'nde Yönetim Kurulu üyesi olarak çalışmış olup, Atatürkçü Düşünce Derneği Eskişehir Şubesi ve Eskişehir Arama Kurtarma Derneği (ESKUT) Başkanlığı görevlerini yürütmüştür.

Halen Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu'nda öğretim üyesidir. Evli ve bir çocuk babasıdır.

Burhan IŞIKLI

1960 doğumludur. 1985 yılında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi'ni bitirdi. 1987 yılında Uzakdoğu'da Dünya Sağlık Örgütü adına saha gözlemcisi olarak çalıştı. 1994 yılında Halk Sağlığı Uzmanlığı'nı aldı. 1999 yılında Marmara Depremi'nde Dünya Sağlık Örgütü adına iki ay saha gözlemcisi olarak çalıştı. Halen Eskişehir Osmangazi Üniversitesi'nde Yardımcı Doçent Doktor olarak çalışmaktadır. Evli ve iki kız babasıdır. İngilizce bilmektedir.

Şenol KABA

07.01.1980 Adapazarı doğumlu, İlk ve Orta öğrenimini Adapazarı'nda tamamladıktan sonra Adapazarı Fatih Endüstri Meslek Lisesi'ni bitirdi. 2000 yılında Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu Uçak Gövde-Motor bölümüne girerek 2005 yılında mezun oldu.

Ferhat ATMACA

10.07.1982 yılında Ankara'da doğdu. 1996-1998 yılları arasında Anafartalar Anadolu Ticaret Meslek Lisesi ve 1998-2000 yılları arasında Yenikent Lisesi'ne öğrenim gördü. 2005 yılında ise Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu Uçak Gövde Motor Bakım Bölümü'nden mezun oldu. Bitirme ödevini Kabin İçi Hava Kalitesi konusunda hazırladı.

Serkan TOKA

12-01-1981 Ankara doğumlu olup ilk ve orta okulu Kalaba İlkolunda okudu. Keçiören Lisesini 1998 yılında bitirerek 1999 yılında Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksek Okulunu kazandı. 2005 yılında da aynı bölümden mezun oldu.