

GENİŞ GÖVDELİ UÇAK KARAKTERİSTİKLERİNİN HAVAALANI TASARIMI VE İŞLETİMİNE ETKİLERİ: İZMİR ADNAN MENDERES HAVALİMANI UYGULAMASI

Hakan OKTAL

Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi , hoktal@anadolu.edu.tr

Orcid ID: 0000-0002-1892-0759

Fikriye YAKUT

Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi , fikriyey@anadolu.edu.tr

Orcid ID: 0000-0002-4308-2224

Makale Geliş Tarihi: 02.06.2017 Makale Kabul Tarihi: 31.03.2018

Öz

Dünya genelinde hava taşımacılığında yaşanan hızlı büyüme, hava trafiğinde yoğunluğun artmasına ve havaalanlarında gecikmelere neden olmaktadır. Problemin çözümü için havayolu işletmeleri, özellikle uzun menzilli uçuşlarda, A380 gibi 500-600 yolcu kapasiteli, geniş gövdeli, maliyet etkin uçakları tercih etmeye başlamıştır. Ancak dünya genelindeki havaalanlarının sadece bir bölümü bu tür uçaklara hizmet verebilecek altyapıya sahip durumdadır. A380 uçağını üreten Airbus firması, Türkiye’de sadece İstanbul’a yeni yapılan üçüncü havaalanı, Ankara Esenboğa ve Trabzon havaalanlarının A380 için uygunluğunu onaylamıştır. Bu çalışmanın amacı, geniş gövdeli uçak karakteristiklerinin havaalanı tasarımı ve hava sahası yönetimini ne ölçüde etkilediğini ortaya koymaktır. Bu kapsamda, Türkiye’nin en fazla yolcu trafiğine sahip 5. havalimanı olan İzmir Adnan Menderes Havalimanı örnek çalışma olarak ele alınmış, havalimanının A380 operasyonlarına ne derece uygun olduğu araştırılmıştır. Yapılan analizlerde Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü ICAO ve Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği IATA tarafından geliştirilen standartlardan faydalanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, incelemeye alınan havalimanının hem hava, hem de kara tarafında A380 için önemli düzenlemelere ihtiyaç olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Havaalanı tasarımı, A380, İzmir Adnan Menderes Havalimanı, Annex 14

THE EFFECTS OF WIDE BODY AIRCRAFT CHARACTERISTICS ON AIRPORT DESIGN AND OPERATIONS: CASE OF IZMIR ADNAN MENDERES AIRPORT

Abstract

In all over the world, the rapid growth in air transportation causes an increase in air traffic density and delays in airports. As a solution, the airline companies begin to choose wide body and cost effective aircraft such as A380 having 500-600 passenger capacity, especially for long range flights. However, the infrastructure of a small part of the airports in the world are appropriate for the flights of A380s. In Turkey, the third airport constructed in Istanbul, Ankara Esenboğa and Trabzon are the only approved airports for A380s by the Airbus Company as the producer. The aim of this study is to demonstrate the effects of wide body aircraft

characteristics on airport design and air space management. In this framework, İzmir Adnan Menderes Airport which is the fifth biggest airport in passenger traffic in Turkey are considered as the case study and the compatibility of the related airport for A380 operations are investigated. The standards developed by International Civil Aviation Organization ICAO and International Air Transport Association IATA are used in the analyses performed. The results obtained show that the airport needs the important revisions in both airside and landside of the airport to be compatible for A380 operations.

Keywords: Airport design, A380, İzmir Adnan Menderes Airport, Annex 14

1. Giriş

Gelişen teknoloji, dünya çapında ortaya çıkan ekonomik büyüme ve havayolu taşımacılığına olan taleple birlikte geçmişten günümüze uçak tipleri ve buna bağlı olarak havaalanı tasarımları değişiklik göstermiştir. İlk havacılık faaliyetleri 1. Dünya Savaşı'nın hemen öncesine denk gelmektedir. Bu dönemde havaalanları tasarlanırken en önemli unsur rüzgâr faktörü ve etrafında herhangi bir mânianın olmaması olarak belirlenmiştir. 1. Dünya Savaşı'ndan sonra havayolu taşımacılığının gelişmeye başlamasıyla, 1930 yılında dönemin yeni teknoloji ürünü olan Douglas DC-2 ve DC-3'ler üretilmiş ve havaalanı tasarımı kademeli olarak değişmeye başlamıştır. Pist uzunluklarının en az 1000 m. olması gerekliliği bu dönemde gündeme gelmiştir. Zamanla hava araçlarının artmasıyla havaalanlarında hangar, atölye gibi yapılara olan ihtiyaç artmıştır. İkinci Dünya Savaşından sonra daha ağır uçakların üretilmesi ile pistlerin dayanıklılığı önem kazanmış, artan uçak sayısı nedeniyle havaalanlarının daha etkin kullanılması gerekliliği gündeme gelmiştir. Havaalanı yerleşim konfigürasyonları bu dönemde önem kazanmıştır (Kazda ve Caves, 2015: 1-5).

1970 yılında faaliyete başlayan Boeing 747-100 gibi jet motorlu uçakların yolcu kapasitelerinin mevcut uçaklardakine göre 2-3 kat daha fazla olması, havaalanı terminal binalarının yeniden tasarlanmasını gündeme getirmiştir. Aynı zamanda havaalanındaki manevra alanlarının genişletilmesi, yaklaşma ve iniş işletmelerinin yüksek bir kokpitten görülecek şekilde ayarlanmasını gündeme getirmiştir.

Pistler, bir havaalanının tasarımında en önemli unsurdur. 1960'ların başına kadar uçak boyutlarının ve yolcu kapasitelerinin artışına paralel olarak pist uzunlukları sürekli artarken, jet motorlu uçakların hava taşımacılığında kullanılması ile pist uzunluk gereksinimi önce sabit kalmış, sonra teknolojiye gelişmeler sayesinde gerekli pist uzunlukları azalmıştır (Ashford, Mumayiz ve Wright, 2011:80).

Son yıllarda gelişen teknoloji sayesinde, havayolu taşımacılığının artan talebini karşılamak ve her geçen gün daha karmaşık hale gelen hava trafiğini rahatlatmak amacı ile tek seferde daha çok yolcu taşıma kapasitesine sahip geniş gövdeli uçaklar kullanılmaya başlanmıştır. Geniş gövdeli uçaklar maliyet etkinliği ve kapasiteleri nedeniyle son zamanlarda havayolu işletmeleri tarafından tercih edilmektedir. Bu kapsamda Avrupalı uçak üreticisi Airbus tarafından geliştirilen A380, dünyanın en büyük uçağı özelliğini taşımaktadır. Deneme uçuşları 2005 yılında yapılan uçak, ilk defa 2007 yılında Singapur Havayolları tarafından hava

*Geniş Gövdeli Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Tasarımı ve İşletimine Etkileri:
İzmir Adnan Menderes Havalimanı Uygulaması*

taşımacılığında kullanılmaya başlanmıştır. Şubat 2017 itibarı ile Airbus firması tarafından üretilen uçak sayısı 208'dir (Airbus, 2017a).

Havaalanı yapım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle bütün havaalanlarının her uçağa hizmet verecek şekilde tasarlanmasına gerek yoktur (Barros ve Wirasinghe, 2002). Havaalanı tasarımında dikkat edilmesi gereken en temel unsur söz konusu havaalanını kullanacak kritik uçaktır (ICAO, 2009: 11). Kritik uçak, pist tasarımından terminal tasarımına kadar havaalanının her biriminin ölçü ve özelliklerini etkilemektedir. Dünyada mevcut birçok havaalanı günümüzdeki geniş gövdeli uçaklara hizmet verecek şekilde tasarlanmamıştır. Bu durum havaalanlarının geniş gövdeli uçaklar referans alınarak ve milyarlarca dolar harcanarak ya mevcut yapının uyumlaştırılmasını, ya da geniş gövdeli uçaklar için yeni havaalanları tasarlanmasını gerektirmektedir. Havaalanı tasarımı söz konusu olduğunda göz önünde bulundurulması gereken en önemli unsur emniyet ve verimlilik (Senguttuvan, 2007). Bu bağlamda havaalanının geniş gövdeli uçaklar için tasarımı esnasında uçak akışlarından yolcu ve araç akışlarına kadar her faaliyette havaalanı kapasite dengesinin emniyet ve verimlilik çerçevesinde düşünülmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, geniş gövdeli uçak performans karakteristikleri ve boyutlarının havaalanı elemanlarının boyutlandırılması ve yerleşimleri ile havaalanı operasyonlarını hangi yönlerden etkilediğini ortaya koymaktır. Bu kapsamda çalışmanın ikinci bölümünde uçak karakteristiklerinin genel olarak havaalanı hava ve kara tarafı elemanlarının tasarımı ve işletimi üzerine etkileri incelenmiş, üçüncü bölümde ise durum çalışması olarak dünyanın en büyük geniş gövdeli uçağı olan Airbus 380'lerin İzmir Adnan Menderes Havalimanı'na uçuş gerçekleştirmesi durumunda havalimanı kapasitesinin yeterli olup olmadığı ve olası problemler araştırılmıştır.

2. Hava aracı Karakteristikleri ve Havaalanı Tasarımına Etkisi

Hava aracı karakteristikleri havaalanı planlamasında önemli bir role sahiptir. Hem hava tarafı, hem de kara tarafı planlaması havaalanlarında faaliyet gösterecek hava araçlarına göre düzenlenmektedir. Havaalanı tasarımına etki eden en temel hava aracı karakteristikleri hava aracının ağırlığı, referans saha uzunluğu (standart atmosfer şartlarındaki gerekli pist uzunluğu), kanat ve dış ana teker açıklığıdır. Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü ICAO tarafından yayınlanan ve Tablo 1'de verilen Havaalanı Referans Kodları yukarıda sözü edilen uçak karakteristikleri dikkate alınarak tanımlanmıştır.

Tablo 1: Havaalanı Referans Kodları

Kod numarası	Referans saha uzunluğu	Kod harfi	Kanat açıklığı	Dış ana teker açıklığı
1	800 m'den az	A	15 m'ye kadar, 15 m hariç	4,5 m'ye kadar 4,5 m hariç
2	800 m - 1200 m	B	15 m'den 24 m'ye kadar	4,5 m'den 6 m'ye kadar
3	1200 m- 1800 m	C	24 m'den 36 m'ye kadar	6 m'den 9 m'ye kadar
4	1800 m ve üzeri	D	36 m'den 52 m'ye kadar	9 m'den 14 m'ye kadar
		E	52 m'den 65 m'ye kadar	9 m'den 14 m'ye kadar
		F	65 m'den 80 m'ye kadar	14 m'den 16 m'ye kadar

Kaynak: ICAO (2009: 1-11)

Havaalanları için standartlar, havaalanında faaliyet gösterecek en büyük uçak referans alınarak belirlenir. Maksimum kalkış ağırlığı 560 ton, kanat açıklığı yaklaşık 80 metre, dış ana teker açıklığı 16 metre olan A380 uçağına hizmet verecek bir havaalanının referans kodunun, Tablo 1'e göre 4F olması gerekir.

A380, diğer geniş gövdeli B747, A340 ve B777 uçaklarına göre boyut olarak çok daha yüksek ve çok daha geniş olmasına rağmen dünyada azımsanmayacak sayıda havaalanı, özellikle hava tarafı alt yapı olanakları yönünden, büyük yatırımlar gerektirmeden A380 uçaklarına hizmet verebilecek durumdadır. Bununla birlikte bu tür havaalanlarında, A380 uçaklarının iniş/kalkışları sırasında, yakındaki diğer paralel pistten gerçekleştirilecek operasyonlara kısıtlamalar getirilmesi veya A380'in park pozisyonunda iken boyutları dolayısı ile diğer uçaklar için ayrılan alanlarda kısıtlamaya gidilmesi ve bu doğrultuda yer trafiğinde aksaklıklar yaşanması kaçınılmaz olacaktır. Dolayısı ile bu durum havaalanının hizmet kapasitesinin düşmesi sonucunu ortaya çıkaracaktır (Forsyth, 2005). Bu nedenle bir havaalanının A380 gibi geniş gövdeli uçaklara hizmet vermeye uygun olup olmadığının tüm alt sistemleri göz önüne alınarak ortaya konması son derece önemlidir.

*Geniş Gövdeli Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Tasarımı ve İşletimine Etkileri:
İzmir Adnan Menderes Havalimanı Uygulaması*

Şekil 1: Geniş Gövdeli Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Operasyonlarına Etkileri



Şekil 1’de gösterildiği üzere, hava aracı özellikleri hava tarafında pist, taksiyolu, apron boyutları ve mukavemetini, pistler ve taksiyolları arasında olması gereken minimum ayırma mesafelerini, gürültü ve hava kirliliği gibi çevresel faktörler yanında hava sahası kapasitesini de etkilemektedir. Kara tarafında ise hava aracı karakteristikleri, havaalanı terminal bölümündeki kapıların boyutundan terminal konfigürasyonuna kadar pek çok konuda belirleyici olmaktadır. Hava araçlarının yolcu kapasitesi terminal binasındaki yolcu salonlarını, yolcu işlem süreçlerini ve bagaj sistemlerinin tipi ve büyüklüğünü etkilemektedir. Hava araçlarının performansı ve geometrik özelliklerinin havaalanı tasarımı ve işletimi üzerine farklı etkileri vardır. Uçağın ağırlığı kaplamaların dolgu kalınlığı ile iniş ve kalkış pistlerinin uzunluğunu belirlerken, geometrik özellikleri pistlerin genişliği, uçaklar arası mesafe, apron büyüklükleri ve binaların yerleşimini etkilemektedir.

2.1. Uçak Karakteristiklerinin Havaalanının Hava Tarafı Tasarımına Etkisi

Havaalanı hava tarafı denince ilk akla gelen havaalanı elemanları, PAT sahası olarak da isimlendirilen pist, apron ve taksiyoludur. Bu bölümde uçak performans ve boyutlarının sözü geçen hava tarafı elemanlarının tasarımı ve yerleşimini nasıl ve ne ölçüde etkilediği açıklanmıştır.

2.1.1. Pist

Pist, havaalanı sisteminin boyutlarını ve alt sistemlerinin yerleşimini belirleyen en önemli bileşendir. Pistler söz konusu olduğunda uçakların etkisi ağırlık ve boyutlarına göre değişmektedir. Uçağın ağırlığı pist kaplamasının dolgu kalınlığı ile iniş ve kalkış pistlerinin uzunluğunu belirlerken, uçak kanat açıklığı pistlerin genişliği, pist-taksiyolu arasındaki ayırmaları ve uçaklar arası mesafeyi etkilemektedir. Bir uçağın herhangi bir pistten kalkış-iniş yapabilmesi; uçağın motor performans karakteristiklerine, ağırlığına, meteorolojik koşullara ve pistin özelliklerine bağlıdır (Özger ve Oktal, 2009: 47-60). Uçakların ağırlıkları ve ortam sıcaklığı arttıkça kalkış için gereken pist uzunlukları da artar. A380-800 uçağı için Standart Atmosfer (ISA)

şartlarında maksimum ağırlıkta kalkış ve iniş için gereken pist uzunlukları sırası ile 2900m. ve 1900m.'dir (Ashford, Mumayiz ve Wright, 2011: 84). Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü ICAO tarafından yayınlanan ve havaalanı standartlarını tanımlayan Annex 14 dokümanına göre A380 uçakları için gereken pist genişliği ise en az 60m. olmalıdır.

2.1.2. Pist ve taksiyolu ayırmaları

Pist ve taksiyolu ayırımı havaalanını kullanacak büyük uçaklar dikkate alınarak yapılmalıdır. ICAO minimum ayırmayı pistlerin ve paralel taksi yollarının orta çizgilerini referans alarak tanımlamaktadır. Ayırma standartlarına göre hangi büyüklükte olursa olsun, hiçbir araç mania ile karşılaşmamalıdır. Pistin kullanım tipine bağlı olarak pist-taksiyolu ayırmaları değişmektedir. Örneğin Annex 14 dokümanında 4F kategorisindeki A380'in aletsiz piste inişi söz konusu olduğunda pist-taksiyolu ayırımı en az 115m., aletli inişlerde ise 190m. olmalıdır.

2.1.3. Pist ve taksiyolu kaplaması

Kaplama tasarımındaki en önemli parametre yüküdür. Her bir hava aracının ağırlığı, tipi ve iniş takımı düzeni, trafik hacmi, zeminin mukavemeti ve kaplama malzemelerinin özellikleri havaalanı kaplamasına etki eden faktörlerdir. Bir havaalanı çok farklı tipte ve sayıdaki uçaklar tarafından kullanılmaktadır. Pist ve taksiyolu kaplaması tasarımında öncelikle havaalanını kullanacak uçak tiplerinin yıllık kalkış sayısı ayrı ayrı tahmin edilmeli, daha sonra da kritik uçak veya tasarım uçağı belirlenmelidir. Tasarım uçağı en ağır değil, en fazla kaplama kalınlığı gerektiren uçak tipidir. Son aşamada ise her bir uçak tipi için bulunan kalkış sayıları, seçilen tasarım uçağı türünden ifade edilerek eşdeğer toplam yıllık kalkış sayısı bulunur (Tunç, 2004). Bir uçağın belirli bir tekerleğinin kaplamada meydana getireceği hasar miktarı iniş takımı geometrisi, tekerlek yükü, lastik temas basıncı, uçağın kaplamada bulunduğu yer ve kaplamanın daha önceki yüklenme durumu gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Örneğin iniş takımı geometrisi nedeniyle pistte diğerinden daha fazla basınç oluşturan uçak, maksimum kalkış ağırlığı 210 ton olan B757 değil, maksimum kalkış ağırlığı 110 ton olan B737-200'dür. A380-800 iniş takımı geometrisinden dolayı piste bazı uçaklardan daha az basınç uygulamaktadır (Kundu, 2010).

2.1.4. Apron düzenlemesi

Hava araçlarının boyutları apron düzenlenmesini ve apronda kullanılacak ekipmanları doğrudan etkiler. Kapılar arasındaki mesafenin belirlenmesinde en önemli husus yine hava aracının boyutlarıdır. Hava araçlarının kanat açıklığı ve uzunluğunun farklılık göstermesi nedeniyle, havaalanlarında talep tahminleri doğrultusunda farklı tipte ve sayıda kapılar tasarlanır. Talep tahminindeki yanılgılar, havaalanı yer trafiğinde önemli gecikmelere neden olabilir.

Aprondaki bagaj ve kargo yükleme ekipmanları sabit ya da hareketli olabilirler. Bu ekipmanların yerleştirilmesi ve boyutu hava aracı tipine göre değişiklik göstermektedir. Geniş gövdeli araçlarda ekipman sayısının %30 artırılması gerekir. A380 gibi geniş gövdeli bir uçak için ikram ekipmanları uçağın 2. katına çıkabilecek

*Geniş Gövdeli Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Tasarımı ve İşletimine Etkileri:
İzmir Adnan Menderes Havalimanı Uygulaması*

nitelikte olmalı ve buz kırıcı/önleyici olarak kullanılan aletler uçağın en üst noktasına ulaşabilmelidir. Yakıt söz konusu olduğunda ise 90 dakika içerisinde 350000 libre yakıtı yükleyecek nitelikte ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Havaalanında emniyet nedeniyle bulunan itfaiye ekipmanları ve araçlarının tasarımı, Tablo 2'den de görüleceği üzere hava aracının tipine ve boyutlarına göre düzenlenmektedir. Her havaalanının emniyet gereksinimi birbiriyle aynı değildir. Çevresel şartlara, havaalanının yoğunluğuna ve uçakların tipine göre bu durum farklılık gösterir (DLHI, 2007). A380'in boyutları göz önüne alındığında itfaiye kategorisi 10 olan havaalanları bu tip uçaklara hizmet sunabilir. Fakat A380 uçuşları söz konusu havaalanına çok sık yapılmıyorsa kategori 9'daki havaalanı da A380'e hizmet verebilmektedir (Kazda ve Caves, 2015).

A380'lerin önümüzdeki 10 yıllık zaman dilimi içerisinde 1500 kadar sipariş alacağı tahmin edilmektedir. Hali hazırda 747-400'ler için kullanılan hangarların ölçüsü A380 için yeterli olmamaktadır. A380'in boyutları göz önünde bulundurulduğunda daha geniş ve zemini daha sağlam hangarlara olan ihtiyaç uçak sayısına bağlı olarak artacaktır. Hangarlarda kullanılan ekipmanların boyutlarının da yaklaşık %30 oranında artması gerekmektedir (Burns& McDonnell, 2001: 10).

2.2. Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Kara Tarafı Tasarımına Etkisi

A380 gibi 550-600 yolcu taşıyan uçaklar söz konusu olduğunda kapasite problemi yaşaması muhtemel en önemli kara tarafı elemanı yolcu terminalleridir. Uçakların yolcu kapasitelerinin ve boyutlarının farklı olması nedeni ile terminal binasındaki yolcu bekleme salonları ve kapılar tüm uçaklara hizmet verebilecek şekilde farklı büyüklükte ve sayıda tasarlanır. Uçakların terminal binalarına ve birbirlerine olan minimum yanaşma ölçülerine göre, uçak park pozisyonları terminal binasının apron yönünün boyutlarını ve biçimlenmesini de etkilemektedir. Köprüklü köprülerin eğimi bağlantı sonrası %10'u geçmemelidir. Oysa uçakların yolcu kapısı eşiğinin yüksekliği, uçağın gövde ve kanat yüksekliğine bağlı olarak değişmektedir. Bu durumda uçakların yolcu kapısı eşiği yüksekliği, terminal binasının köprüyle bağlantılı olan katının apron tarafındaki döşeme kotunu direkt olarak etkilemektedir (Soyuer, 1996). Yolcu terminali planlanırken ilk göz önünde bulundurulan değişkenlerden birisi kapıların sayısıdır. Kapı sayısı hava aracının kapasite ve büyüklüğünden etkilenir. 40 kişilik bir uçak için yolcu bindirme süresi 10 dakika indirme ise 5 dakikadır. Fakat A380 gibi geniş gövdeli bir uçak için iki kapı kullanıldığı taktirde 1. kapı için 55 dakika, 2. kapı için 30 dakika bindirme süresi gerekir (SHGM, 2010b).

Uçak boyutları ve performansı havaalanı hava tarafı, yolcu sayısı ise kara tarafı tasarımını etkileyen en önemli faktörler olarak öne çıkmaktadır. Büyük yolcu kapasiteli uçaklar daha yoğun yolcu faaliyetleri anlamına gelmektedir. Bu da normal bir uçağa göre en az %50 oranında havaalanı terminal faaliyetlerinin yoğunlaşması demektir. Check-in faaliyetleri için kontuar sayısı, kalkış ve iniş bekleme salonlarının, bagaj bantlarının boyutu ve sayısı taşınan yolcu sayısından etkilenmektedir (Barros ve Wirasinghe, 1997). Yolcu terminal binası tasarımında, yolcu trafiği yanında yolcuya verilen hizmetin kalitesi de göz önünde bulundurulması gereken en önemli

faktörlerden biridir. IATA (International Air Transport Association) 1995 yılında hizmet düzeyleri ile ilgili standartlar belirlemiştir. Mekânlara göre ayrılan standartlar terminal tasarımı için kaynak niteliğindedir (Erkan, 2014:115).

2.3. Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Hava Sahası Tasarımına Etkisi

Hava sahası tasarımında göz önünde bulundurulması gereken en önemli unsur bir uçağın havada ilerlerken arkasında oluşturduğu kuyruk türbülansıdır. Uçuş esnasında kanadın alt ve üst yüzeyleri arasında oluşan basınç farkı, kanadın arkasında tekrar birleştiğinde dönmeye başlar ve iki kanat uçlarında birbirinin tersi yönde dönen silindirik girdaplar oluşmasına neden olur (SHGM, 2010b). Kanat uzunluğu kısa olan uçaklar kuyruk türbülansından daha çok etkilenmektedirler. Kanat genişliği az olan uçaklar ise aynı ağırlıkta daha uzun kanatlara sahip uçaklara göre daha yoğun girdaplar oluştururlar. Örneğin Boeing 757, ağırlığına oranla nispeten daha kısa kanatlı ve yüksek güçlü bir uçaktır. Bir B757'nin yarattığı kuyruk türbülansı, çok daha ağır bir uçağinkine eşdeğer olabilir. Bu nedenle havaalanını kullanan uçakların boyutları, kuyruk türbülansına bağlı olarak değişen ayırma mesafesinden dolayı havaalanı kapasite ve tasarımına etki eder.

Hava sahasında bir A380'i diğer bir A380 uçağından ayırma mesafesi 4NM iken orta ağırlıktaki bir uçaktan ayırma mesafesi 8 NM, hafif bir uçaktan ise 10 NM'dir (Ginevsky ve Zhelamilov, 2009). Bu durum birçok uçak tipinin aynı anda faaliyet gösterdiği havaalanları için hava sahasında kapasite tıkanıklığına yol açmaktadır. Kuyruk türbülansından kaynaklanan tıkanıklığın önüne geçmek için yetkililer ya havaalanlarını ya da pistleri ayırmaktadırlar. Örneğin Londra Gatwick Havaalanı deniz aşırı faaliyet gösteren büyük uçaklar için kullanılmaktayken, Heathrow Havaalanı kısa ve orta menzilli uçuşları gerçekleştiren uçaklar için kullanılmaktadır.

2.4. Uçak Karakteristikleri ile Çevre Etkileşimi

Havaalanlarından kaynaklanan çevresel etkiler gürültü, emisyonlar, su kirliliği ve kullanımı, atık ve enerji yönetimi ve doğal hayata etki gibi etmenler olarak sıralanmaktadır. Gürültü uçakların iniş ve kalkışlarından motor testlerinden ve yerdeki hareketlerinden oluşmaktadır. ICAO Annex 16'da uçakları gürültü kategorisine göre üç sınıfa ayırmıştır. Kategori üçte bulunan uçaklar gürültü yönetmeliğine göre üretilmiştir. Bütün Airbus uçakları bu grupta yer almaktadır. Hava kirliliği ise uçak egzozu, uçak yakıt ikmal sistemleri, yolcuların havaalanı bağlantısı için kullandığı araçlar, yer hizmeti ekipmanları ve inşaat çalışmalarında kullanılan ekipmanlardan dolayı meydana gelmektedir (Gökdalay, 2008).

Özellikle çevre duyarlılığı yüksek ülkelerde havaalanı operasyonları, çevre düzenlemelerinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Bir havaalanındaki çevre düzenlemesinin kapsamı, terminal ve havaalanı binaları, tesisleri, taksi yolları, pistleri ve onların ilgili altyapılarını içeren fiziki yerleşim planı ile belirlenmektedir (SHGM, 2010a).

*Geniş Gövdeli Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Tasarımı ve İşletimine Etkileri:
İzmir Adnan Menderes Havalimanı Uygulaması*

Kalkış ve iniş prosedürleri sırasında uçakların yakıt tüketimini ve emisyonlarını azaltmak ve uçak verimliliğini azami düzeye çıkartmak için pistlerin uzunluğu ve coğrafi konumunu en uygun şekilde planlamak gerekir. Havaalanı işleticileri, daha sessiz faaliyette bulunabilmek ve uçak gürültüsünden daha az kişinin etkilenmesini sağlayabilmek için gürültü azaltma prosedürleri, gece uçuşu kısıtlamaları, uygun pist kullanımı, gürültü izleme ve ölçümü, arazi kullanım planlaması gibi çeşitli programlar uygulamaktadır (Korul, 2003: 114).

Günümüzde üretilen uçaklar çevre dostu olmasıyla da ön plana çıkmaktadır. Özellikle A380 gökyüzünde çevresel açıdan en gelişmiş uçak olma özelliğine sahiptir. A380, 100 yolcu km başına 3,1 litre yakıt tüketerek önemli bir yakıt tasarrufu sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle en yakın rakibine göre koltuk başına %20 daha az yakıt tüketmektedir. Bu da daha az karbondioksit salınımı anlamına gelmektedir. A380'lerde kullanılan yeni teknoloji motorlar ICAO dördüncü seviye gürültü standartlarını rahatlıkla karşılamaktadır. Aynı zamanda daha geniş uçaklar daha az iniş ve kalkış anlamına gelmektedir (Airbus, 2015).

3. İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nın A380 Uçakları İçin Hava Tarafı ve Kara Tarafı Yeterliliğinin İncelenmesi

A380'lerin üretimine karar verildiğinde şüphesiz tek unsur yolcular değildi. Bu büyüklükte bir hava aracının inebileceği meydanların olması çok büyük önem taşımaktaydı. İlk etapta özellikle hava tarafı çok yoğun olarak kullanılan havaalanlarının yeterlilikleri söz konusuysen, zamanla işletmelerin filo sayılarındaki A380'leri arttırmalarıyla diğer havaalanlarının da A380'e göre yeniden tasarlanması gündeme gelmiştir (Kaplan, 2005).

2017 Ocak ayı itibarı ile A380 uçakları kullanılarak dünyanın farklı yerlerindeki 58 havaalanına 110 rota üzerinden sefer düzenlenmektedir (Airbus, 2017b). Zamanla A380 bağlantılarının artacağı tahmin edilmektedir. Geniş gövdeleri nedeniyle A380'ler trafiğin hızla arttığı havaalanları için en kolay ve minimum maliyetli çözüm olarak görülmektedir.

Bir havalimanının A380'e hizmet vermek için ne ölçüde yeterli olduğu çeşitli hesaplamalarla belirlenmektedir. Eski ve yeni havaalanlarının karşılaştırılması söz konusu olduğunda yeni havaalanlarının A380'e hizmet sunma konusunda, eskilere nazaran daha hazırlıklı olduğu bilinmektedir. A380'in boyutlarının diğer uçaklara göre azımsanmayacak ölçüde büyük olması nedeni ile, pek çok havalimanı A380'leri terminalin en son köşelerine adapte etmeye çalışmaktadırlar. Fakat filonda A380'in çokça bulunduğu işletmeler, bu tip uçaklar için yeni bir terminale ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda Dubai Havaalanında sadece A380'e hizmet vermek üzere Emirates ve Quantas'ın ortaklaşa kullandığı Terminal 3, dünyanın en büyük yolcu terminali ünvanını taşımaktadır. Bununla birlikte uluslararası havaalanları söz konusu olduğunda, A380'ler için birçok pistin mukavemetinin yeterli olduğu tespit edilmiştir.

Airbus tarafından yapılan bir çalışmaya göre, 2015 sonu itibarı ile dünya genelinde 220 havaalanının A380 uçakları için uygun olduğu, yakın bir gelecekte ufak

modifikasyonlar ile bu sayının 400'ün üzerine çıkabileceği belirtilmiştir (Airbus, 2015). Sözü geçen havaalanları içerisinde Ankara Esenboğa Havaalanı ve İstanbul'da yapılmakta olan 3. havaalanının A380'lere hizmet verebilecek kapasitede olduğu, İstanbul Sabiha Gökçen ve Trabzon havaalanlarının ise ufak düzenlemeler ile uygun hale gelebileceği belirtilmiştir. Trabzon havaalanı ile ilgili yapılan bir çalışmada, yeni nesil geniş gövdeli uçaklara hizmet verilebilmesi için hava tarafında pist uzatması, terminal binalarında ise, yüzölçümü olarak yeterli olmakla birlikte, verimli kullanım ve yolcu konforu ile ilgili düzenleme ihtiyacı vurgulanmıştır (Beyazlı, Türk, Turan, Aydemir ve Aydemir, 2014: 88). Türkiye'de önemli trafiğe sahip İstanbul Atatürk, Antalya ve İzmir Adnan Menderes havaalanları, A380 uçaklarının inebileceği havaalanları listesinde yer almamaktadır. Bu çalışmada İstanbul Atatürk Havalimanının yeni havaalanı devreye girdikten sonra kapanacağı da göz önüne alınarak, İzmir Adnan Menderes Havalimanının hava ve kara tarafı bileşenlerinin A380 uçaklarına ne derece uygun olduğu ve eksik yönleri araştırılmıştır.

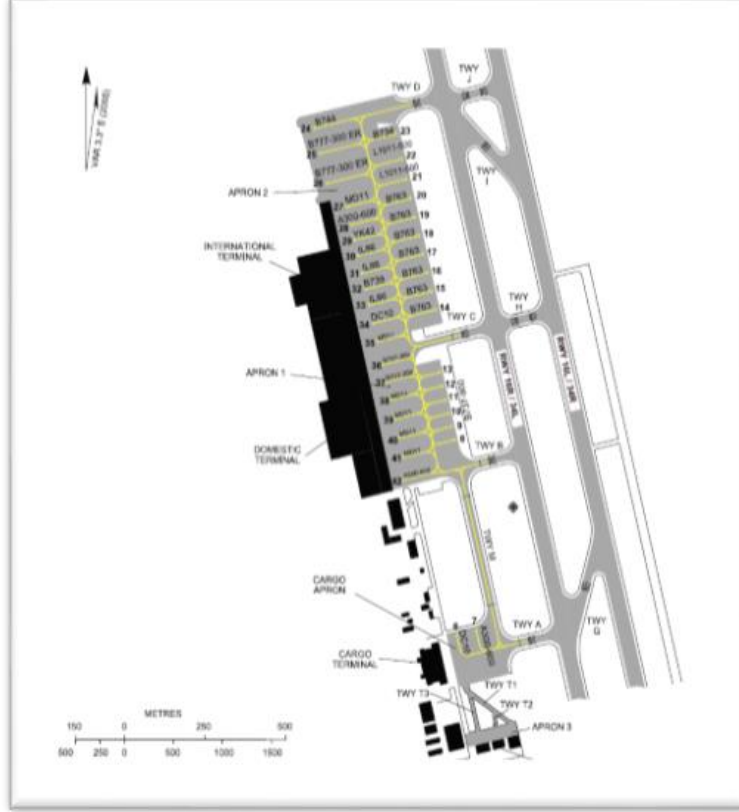
3.1. Araştırma Yöntemi

1987 yılında uluslararası trafiğe açılan havaalanı, Şekil 2'de görüldüğü gibi her biri 3240m. uzunluğunda 16/34 iki paralel pist ile 2006 yılında TAV konsorsiyumu tarafından inşa edilen 10 milyon yolcu/yıl kapasiteli dış hatlar, 2014 yılında yine aynı konsorsiyum tarafından inşa edilen 20 milyon/yıl kapasiteli iç hatlar ve kargo terminallerinden oluşmaktadır (DHMI, 2017a). Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü verilerine göre, 2016 yılında İzmir Adnan Menderes Havalimanı, yıllık yaklaşık 12 milyon yolcu trafiği ile Türkiye'nin 5. büyük havalimanı durumundadır (DHMI, 2017b).

Çalışmada değerlendirmeye alınan havaalanına tek bir A380'in ve aynı anda iki A380'in iniş/kalkış yapması durumunda oluşacak yolcu trafiklerinin pik saat trafiğine eklenmesi ile hava ve kara tarafı kapasitelerinin bu durumdan nasıl etkileneceği incelenmiştir. Airbus firması tarafından üretilen A380'lerin farklı versiyonları olmakla birlikte, bu çalışmada en çok tercih edilen A380-800 uçakları dikkate alınmıştır. Tablo 2'de A380-800 uçaklarının teknik özellikleri ve havaalanı gereklilikleri çıkartılmıştır. Sözü geçen tablo Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü ICAO tarafından yayınlanan ve havaalanlarının standartlarını belirleyen Annex 14 dokümanından ve üretici firma Airbus'tan sağlanan verilerle hazırlanmıştır. İzmir Adnan Menderes Havalimanının var olan pist, apron, taksi yolu ve yolcu terminali yerleşimleri, boyutları ve teknik özellikleri Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI) Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

*Geniş Gövdeli Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Tasarımı ve İşletimine Etkileri:
İzmir Adnan Menderes Havalimanı Uygulaması*

Şekil 2: Adnan Menderes Havalimanı Yerleşim Planı



Kaynak: DHMI (2015)

Tablo 2: A380-800 Teknik Özellikleri ve Havaalanı Gereksinimleri

Havaalanı kategorisi	4F
Yolcu kapasitesi	555 (3 sınıf)
Maksimum kalkış ağırlığı	575 ton
Kanat açıklığı	79,75 m.
Boy	72,72 m.
Yüksekliği	24,09 m.
Kalkış için gerekli referans saha uzunluğu*	2900 m.
İniş için gerekli referans saha uzunluğu*	1900 m.
Pist genişliği (+banket)	60 m. (+2x7,5 m.)= 75 m.
Pist mukavemeti (ACN)**	Asfalt: 62(A), 68(B), 80(C), 108(D) Beton: 55(A), 64(B), 76(C), 88(D)
Taksiyolu genişliği (+banket)	25 m. (+2x17,5 m.)= 60 m.
Aletli pist-taksiyolu ayırması	190 m.
Taksiyolları arası ayırma	97,5 m.
Kurtarma ve yangın kategorisi	10

*Standart Atmosfer Şartlarında (deniz seviyesinde ve 15°C sıcaklıkta) gerekli pist uzunluğu

**A, B, C ve D zemin altı mukavemet dereceleridir. A:Yüksek, B: Orta, C: Düşük ve D: Çok düşük

Kaynak: ICAO (2009), Airbus (2016), Transport Canada (2017)

Havalimanının kara tarafı, özellikle de yolcu terminali kapasitesinin yeterliliğinin incelenmesi için 2014 yılının en yoğun pik saati olarak 4 Temmuz günü saat 07:00-08:00 saatleri arası alınmıştır. Pik saat istatistikleri aynı şekilde DHMİ Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Dış hatlar terminal binası içerisindeki alt bileşenlerin kapasite yeterlilikleri, Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği IATA tarafından geliştirilen yolcu terminal binası hizmet seviyesi belirleme formülleri kullanarak ortaya konmuştur (IATA, 1995). Aynı zamanda IATA, yolcu terminallerinde verilen hizmetlerin kalitesini yolcu başına ayrılan alanlar cinsinden Tablo 3'de verildiği gibi sınıflandırmıştır. Bu tabloda terminal binasındaki giden ve gelen yolcu için ayrılmış farklı bölümlerde hizmet seviyesine göre yolcu başına ayrılması gereken asgari alanlar verilmiştir. Havalimanlarının standartları anlık gelen yolcu sayısına göre değişebilmekle birlikte, IATA bir yolcu terminalindeki hizmet seviyesinin C'nin altına düşmemesini tavsiye etmektedir (IATA, 2004).

Çalışmada IATA tarafından yolcu terminal binasının alt bölümleri için tanımlanan formüller yardımı ile bulunan alanlar, Tablo 3'teki tanımlı standart değerlerle karşılaştırılmıştır. Bu sayede gerçekleşen pik saat yolcu sayısı, bir ve iki A380 uçağı yolcularının bu sayıya eklenmesi durumlarında ortaya çıkacak hizmet seviyeleri belirlenerek terminal binasının kapasitesinin ne ölçüde yeterli olduğu ortaya konmuştur. Hesaplamalarda kullanılan yolcu bekleme ve işlem süreleri, IATA'nın havaalanı bileşenleri için tavsiye ettiği süreler dikkate alınarak belirlenmiştir.

*Geniş Gövdeli Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Tasarımı ve İşletimine Etkileri:
İzmir Adnan Menderes Havalimanı Uygulaması*

Tablo 3: Yolcu Terminali Hizmet Standartları Seviyeleri

IATA Standartları (m ² /yolcu)	A	B	C	D	E	F
Check-in kuyruk alanı	1,8	1,6	1,4	1,2	1	çöküş
Bekleme ve dolaşım	2,7	2,3	1,9	1,5	1	çöküş
Yolcu yükleme salonu	1,4	1,2	1	0,8	0,6	çöküş
Bagaj teslim alanı	2	1,8	1,6	1,4	1,2	çöküş
Pasaport kontrol	1,4	1,2	1	0,8	0,6	çöküş
Toplam	9,3	8,1	6,9	5,7	4,4	

Kaynak: IATA (2004)

**3.2. İzmir Adnan Menderes Havalimanı Hava Tarafı Kapasitesinin
A380 İçin Uygunluğunun İncelenmesi**

Pist uzunluğu: Bir havalimanına bir uçağın iniş-kalkış yapabilmesi için en önemli hava tarafı elemanı pisttir. Standart atmosfer şartlarında ve maksimum kalkış ağırlığında A380'in kalkış yapabilmesi için gereken pist uzunluğu 2900 m.'dir. Havalimanının bulunduğu rakıma, standart sıcaklıktan sapma miktarına ve pist eğimine bağlı olarak gerekli pist uzunluğu değişim gösterir. Her 1000 feetlik (300 metrelik) rakım artışında %7'lik, havaalanı referans sıcaklığının 15°C standart sıcaklık üzerindeki her 1°C'lik artışta %1'lik ve eğimdeki her %1'lik artışta ise %10'luk referans saha uzunluğuna yapılan eklemeler ile gerekli pist uzunluğu hesaplanır. Toplam değişim oranı %35'i geçmediği sürece yukarıdaki tanımlar geçerlidir. *Havaalanı referans sıcaklığı* (1) eşitliği kullanılarak hesaplanır:

$$Hav. Ref. Sıc. = T_1 + \frac{T_2 - T_1}{3} \quad (1)$$

Burada T_1 yılın en sıcak ayı için ortalama günlük sıcaklığın aylık ortalamasını, T_2 aynı ay için azami günlük sıcaklığın aylık ortalamasını göstermektedir (SHGM, 2016). DHMİ tarafından yayınlanan AIP (Aeronautical Information Publication) dokümanı içerisinde İzmir Adnan Menderes Havalimanı rakımı 410ft, pist eğimi %0,43 ve havaalanı referans sıcaklığı 35°C olarak verilmiştir (DHMİ, 2015). Yukarıdaki tanımlar doğrultusunda maksimum kalkış ağırlığında A380-800 için gerekli pist uzunluğu yaklaşık 3690m. bulunmuştur. Adnan Menderes Havalimanındaki iki pistin de 3240m. uzunluğunda olduğu göz önüne alındığında, yaklaşık 450m.'lik bir pist uzatmasının kaçınılmaz olduğu görülmektedir.

Pist genişliği: ICAO'ya göre A380 için uygun 4F sınıfı bir havaalanında gerekli pist genişliği 60 m. olmalıdır. Pistin iki tarafındaki 7,5m. genişliğindeki pist banketleri ile birlikte toplam pist genişliğinin 75m. olması istenir. Ancak 45m. genişliğindeki bir piste de 15'er metrelik banketler ekleyerek toplam genişliği 75m.'ye çıkarmak ve 45 m. genişliğindeki pistlere de A380'lerin iniş yapabilmesini sağlamak mümkündür (Airbus, 2015). Adnan Menderes Havalimanının pist genişlikleri her ikisi için de 45m.'dir. Belirtildiği gibi var olan 7,5m. pist banketleri 15m. ye çıkartıldığı takdirde genişlik istenen değere ulaşmış olacaktır.

Pist mukavemeti: İncelemeye alınan havalimanında 16L/34R pisti için PCN değeri 88 F/C/W/T ve 16R/34L için ise PCN 110 R/D/W/T şeklindedir. Yayınlanan bu bilgilerden 16L/34R pistinin asfalt kaplama ve zemin altı mukavemetinin düşük olduğu, 16R/34L paralel pistinin ise beton kaplama ve zemin altı mukavemetinin çok düşük olduğu anlaşılmaktadır. Tablo 2’de A380-800 için ACN gerekliliklerine, pistlerin zemin altı mukavemetleri de dikkate alınarak bakıldığında, iki pistin de PCN değerlerinin A380-800’ün iniş ve kalkışına uygun olduğu görülmektedir.

Taksiyolu genişliği: Tablo 2’den de görüleceği üzere apron ile pistleri birbirine bağlayan taksiyollarının genişliği A380 için 25m., taksiyolu banketleri ile de 60m. olması gerekir. Adnan Menderes Havalimanındaki pistler ile ana apron arasındaki taksiyolu genişlikleri 22-24m. arasında değişmektedir. Ancak pistler arasındaki bağlantıyı sağlayan hızlı geçiş taksiyolları ile özellikle apronun büyük uçaklara hizmet veren bölümüne geçişi sağlayan D taksiyolu 24m. genişliğindedir. Pistlerde olduğu gibi taksiyolu banketleri de, taksiyolu ve banket genişlikleri toplam 60m. olacak şekilde arttırılarak var olan taksiyolları A380’e uygun hale getirilebilir.

Taksiyolu ve apron mukavemeti: Havaalanı genelindeki apron ve taksiyollarının mukavemeti PCN 110-120 arasında değişmekte olup, A380 için uygun görünmektedir.

Pist-taksiyolu ayırmaları: Büyük uçaklar için bir diğer önemli kriter pist- taksi yolu ayırımıdır. F kodlu havalimanlarında aletsiz yaklaşımlar için 115m., aletli yaklaşımlar için ise 190m.’lik ayırım gerekmektedir. Adnan Menderes Havalimanı pist taksi yolu ayırımına bakıldığında; 16R/34 L pisti ile M taksiyolu arasındaki mesafe 210 metredir. Bu nedenle sözü geçen taksiyolu ile pist arası mesafe A380 için yeterlidir. Pistler arasındaki mesafeye bakıldığında her iki pistin orta çizgisinin uzaklığının 195 metre olduğu görülmektedir. Pistlerin birbirine olan yakınlığı 760 metreden az olduğu için eş zamanlı operasyon yapmak mümkün değildir. Bununla birlikte 195 metre operasyon için yeterli bir mesafedir.

Uçak park sahası: Şekil 2’den de görüleceği üzere havaalanında Apron 2 bölümündeki park sahalarının bir kısmı B747-400 ve B777-300 gibi büyük uçaklar için ayrılmıştır. A380-800, sözü geçen uçak tipleri ile hemen hemen aynı uzunlukta olmakla birlikte (B777-300 tipi uçak 73,86m. uzunluk ile A380’den 1,13m. daha uzundur), kanat açıklığı ve yükseklik yönünden önemli boyut farkları söz konusudur. Bu nedenle Apron 2’nin yeniden düzenlenmesine ihtiyaç vardır. Apron üzerinde A380 için yaklaşık 80m. genişliğinde ve 73m. uzunluğunda bir alanın ayrılması ve iki yanında bulunan park halindeki uçaklar ile de en az 7,5m. ayırma olması gerekmektedir. Bunun yanında uçağın çift katlı ve yaklaşık 24m. yüksekliğinde olmasından kaynaklanan üç yolcu köprüsü ile yolcu alma-boşaltma gerekliliği de göz önünde bulundurulması gereken bir diğer zorunluluktur.

Kaza kurtarma ve yangın kategorisi: ICAO standartlarına göre A380’lere hizmet verecek 4F sınıfı havaalanlarında yangın kategorisinin 10 olması gerekir. Ancak bir yıl içerisindeki en yoğun 3 ardışık ayda iniş-kalkış yapan A380 sayısı 700’den az ise Kategori 9 kurtarma ve yangın hizmeti de yeterli olabilmektedir. İncelemeye

*Geniş Gövdeli Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Tasarımı ve İşletimine Etkileri:
İzmir Adnan Menderes Havalimanı Uygulaması*

alınan havaalanında yoğun bir A380 trafiği öngörülmediği ve yangın kategorisi 9 olduğu için havaalanının yeterli alt yapıya sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 4'te İzmir Adnan Menderes Havalimanının hava tarafı ile ilgili yapılması gereken düzenlemeler özetlenmiştir.

Tablo 4: A380 İçin Adnan Menderes Havalimanı Hava Tarafı Gereksinimleri

Hava Tarafı Karakteristikleri	Var Olan Durum	Yapılması Gerekenler
Pist uzunluğu (2 pist için)	3240m.	450m. <u>pist</u> uzatması
Pist genişliği (banketler dahil)	60m.	2x7,5m. <u>banket</u> genişletmesi
Pist mukavemeti	PCN ₁ : 88 ve PCN ₂ : 110	Düzenleme gerektirmiyor
<u>Taksiyolu</u> genişliği (banketler dahil)	38m.	2x11m. <u>banket</u> genişletmesi
Uçak park sahası	<u>Apron 2</u>	80x73m. <u>boyutlu</u> park yeri
Yangın kategorisi	9	Düzenleme gerektirmiyor

3.3. İzmir Adnan Menderes Havalimanı Dış Hatlar Terminal Binasının A380 Uçakları İçin Kapasite Yeterliliğinin Belirlenmesi

2006 yılında yap-işlet-devret modeli ile 107.699 m²'lik toplam alan üzerine kurulan dış hatlar yolcu terminali 10 milyon yolcu/yıl kapasitelidir. Terminal içerisinde 66 adet check-in kontuarı, 4 adet gümrük muayene bankosu, 40 adet pasaport kontuarı, 9 adet yolcu köprüsü ve 6 adet bagaj konveyörü bulunmaktadır (DHMI, 2017a). 2015 yılında dış hatlar terminali 2,6 milyon yolcuya hizmet vermiş iken 2016'da %21'lik bir düşüş ile yaklaşık 2 milyon yolcu olarak gerçekleşmiştir (DHMI, 2017b).

Bu çalışmada 2014 yılına ait Devlet Hava Meydanları İstatistik Yıllığı verilerine göre İzmir Adnan Menderes Havalimanı dış hatlar yolcu istatistikleri esas alınmıştır. Bu kapsamda terminal kapasitesi hesaplamalarında, 4 Temmuz 2014 Cuma günü saat 07:00-08:00 arası pik saat verileri kullanılmıştır. Söz konusu saat diliminde gelen yolcu sayısı 1704 iken, giden yolcu sayısı 1236 olarak gerçekleşmiştir (DHMI, 2014: 291).

Check-in Kuyruk Alanı: Adnan Menderes Havalimanı Dış Hatlar Terminal Binasında toplam 66 adet check-in bankosu yer almaktadır. Check-in bankolarının önündeki toplam alan 3780 m²'dir. Yolcu başına düşen alanı bulmak için IATA tarafından geliştirilen kapasite hesaplama formülü kullanılmıştır (IATA, 1995):

$$A = S \cdot \frac{20}{60} \cdot \left(\frac{3a}{2} - a \right) \quad (2)$$

$$S = \frac{6A}{a} \quad (3)$$

(2) ve (3) eşitliklerinde pik saat yolcusunun %50'sinin ilk 20 dakika içerisinde havaalanına ulaştığı varsayılmıştır. Burada A toplam alanı, a pik saat yolcu sayısını ve S ise yolcu başına düşen alanı göstermektedir. Pik saatteki giden yolcu sayısı 1236, aynı saat diliminde fazladan bir A380'e hizmet verilmesi durumunda 1791 ve iki adet

A380'e hizmet verilmesi durumunda ise yolcu sayısı 2341 olacaktır. Değerler (3) eşitliğinde yerine konduğunda normal şartlarda yolcu başına check-in kuyruk alanı $S=18,35\text{m}^2$, tek A380 için $S_1=12,66\text{m}^2$ ve ikinci senaryo için $S_2=9,66\text{m}^2$ bulunmuştur.

Bekleme ve Dolaşım Alanı: Dış hatlar terminali içerisindeki bekleme ve dolaşım alanlarının toplamı 7000m^2 'dir. Yolcu başına düşen alanı bulmak için kullanılan (4) ve (5) nolu eşitliklerde A toplam alanı, a pik saat yolcu sayısını, y yolcuların ve uğurlayıcıların bu alanda geçirdikleri ortalama süreyi (20 dakika alınmıştır), b ise yolcu başına uğurlayıcı sayısını (2 kişi alınmıştır) göstermektedir.

$$A = S \cdot \frac{y}{60} \cdot \frac{3[a(1+b)]}{2} \quad (4)$$

$$S = \frac{40A}{y(a+2)} \quad (5)$$

Bu kapsamda var olan duruma ait kişi başına düşen alan $S=11,3\text{m}^2$, birinci senaryo için $S_1=7,8\text{m}^2$ ve ikinci senaryoda $S_2=5,96\text{m}^2$ olarak hesaplanmıştır.

Yolcu Yükleme Salonu: İncelemeye alınan terminal binası içerisinde yolcu yükleme salonu için ayrılan toplam alan 3780m^2 'dir. Yolcu yükleme salonunda kişi başına düşen alanı bulmak için belirlenen formül (6) ve (7) eşitliklerinde verilmiştir:

$$A = S \left(\frac{aui}{60} + \frac{avk}{60} \right) \quad (6)$$

$$S = \frac{60A}{a(ui + vk)} \quad (7)$$

Yukarıdaki eşitliklerinde A toplam alanı, a pik saat yolcu sayısını, u uzun mesafeli uçuşlar için ortalama bekleme süresini (50 dakika), v ise kısa mesafeli uçuşlar için ortalama bekleme süresini (30 dakika), i pik saat yolcu sayısı içerisinde uzun menzilli uçuş yolcu sayısı oranını ve k ise kısa menzilli yolcu sayısı oranını göstermektedir. Burada A380 yolcusu uzun menzilli yolcu kabul edilerek pik saatte tek bir A380 senaryosu için $i=\%30$ ve $k=\%70$, iki A380 için ise $i=\%45$ ve $k=\%55$ alınmıştır. Gerçekleşen pik saat trafiği için bulunan yolcu başına düşen alan değeri S , yolcuların tamamının kısa ve orta menzilli uçuş yapacak yolcular olduğu varsayılarak ve bekleme süresi tüm yolcular için 30 dakika alınarak hesaplanmıştır. (7) eşitliğinden kişi başına düşen yolcu yükleme salonu alanı, gerçekleşen durum için $S=6,12\text{ m}^2$, birinci senaryo için $S_1=3,52\text{ m}^2$ ve ikinci senaryoda $S_2=2,48\text{ m}^2$ olarak bulunmuştur.

Bagaj Teslim Alanı: Terminal binası içerisinde gelen yolcu için ayrılan toplam bagaj teslim alanı 995m^2 ve pik saat gelen yolcu sayısı 1704'tür. Eşitlik (8) ile kişi başına düşen alan hesaplanabilir:

$$S = \frac{60A}{aw} \quad (8)$$

*Geniş Gövdeli Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Tasarımı ve İşletimine Etkileri:
İzmir Adnan Menderes Havalimanı Uygulaması*

Burada w , yolcuların bu alanda geçirdikleri ortalama süreyi göstermektedir. Bu süre çalışmada IATA tavsiyeleri de dikkate alınarak 20 dakika alınmıştır. (8) eşitliğinden mevcut durumda yolcu başına düşen alan $S=1,75 \text{ m}^2$ iken, pik saat yolcu sayısına 555 yolcunun eklenmesi ile $S_1=1,32 \text{ m}^2$, 1110 yolcunun eklenmesi ile de yolcu başına düşen alan $S_2=1,06 \text{ m}^2$ 'ye düşmektedir.

Pasaport Kontrol (Gelen Yolcu): Terminal binasında 400m^2 'lik bir alan gelen yolcu bölümünde pasaport kontrolü için ayrılmıştır. Bu bölümde kişi başına düşen alan (9) eşitliği ile hesaplanmıştır:

$$S = \frac{4A}{a} \quad (9)$$

Eşitlik, pasaport kuyruğunda bekleme süresi 15 dakika alınarak oluşturulmuştur. Bu kapsamda A380 olmadan pik saatte yolcu başına düşen mevcut alan $S=0,94 \text{ m}^2$, bir A380'e hizmet verilmesi durumunda $S_1=0,7 \text{ m}^2$ ve iki A380 için $S_2=0,6 \text{ m}^2$ olarak belirlenmiştir.

Pasaport Banko Sayısı: Yolcu trafiğinin en yoğun olduğu pik saatteki gerekli banko sayısı (10) eşitliği ile hesaplanmıştır.

$$N = \frac{at}{60} \quad (10)$$

Eşitlikte N gerekli banko sayısını, t ise yolcu başına işlem süresini göstermektedir. Hesaplama pasaport işlem süresi 1 dakika alınarak üç farklı senaryo için gerekli banko sayıları sırası ile $N=21$, $N_1=30$ ve $N_2=39$ olarak bulunmuştur. İzmir Adnan Menderes Dış Hatlar Terminal Binasında 40 adet banko bulunması nedeni ile bu konuda bir problemin yaşanmayacağı saptanmıştır.

Üç farklı senaryo için elde edilen kişi başına düşen alanlar, Tablo 3'te verilen alan gereklilikleri ile karşılaştırılarak terminal binasının her bir alt bölümünün hizmet seviyeleri Tablo 5'te çıkartılmıştır.

Tablo 5: Adnan Menderes Havalimanı Dış Hatlar Terminalinin Yeterlilik Seviyesi

IATA Standartları	Pik saat trafik	Pik saat + 1 adet A380	Pik saat + 2 adet A380
Check-in kuyruk alanı	A	A	A
Bekleme ve dolaşım	A	A	A
Yolcu yükleme salonu	A	A	A
Bagaj teslim alanı	C	E	F
Pasaport kontrol	C	E	E

Yolcu terminal binalarındaki trafik yoğunluğu gün içerisinde, hatta mevsimlere göre değişim gösterir. Analizlerden elde edilen sonuçlar, her üç durumda da Adnan Menderes Havalimanı Dış Hatlar Terminalinin giden yolcu bölümünün hangi saat dilimi olursa olsun yolcu trafiğini karşılayabilecek kapasitede olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte havalimanı terminal binasının gelen yolcu bölümünün hizmet seviyesinin sınırdaki olduğu, A380 trafiği olmasa da yakın bir

gelecekte oluşacak talep artışı karşısında normal zamanlarda da yetersiz kalabileceği saptanmıştır. Tablo 4'den görüleceği üzere, her üç durumda da check-in kuyruk alanı, bekleme ve dolaşım alanı ile yolcu yükleme salonu IATA standartlarına göre en iyi seviye olan A seviyesindedir.

4. Sonuç

Günümüzde havayolu taşımacılığına olan talebin artması ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda geniş gövdeli uçaklar yoğun hatlarda faaliyet gösteren işletmeler tarafından tercih edilmeye başlamıştır ve A380'lerin kullanımının dünya çapında giderek yaygınlaşması beklenmektedir. Bu durum havaalanlarını uçak frekansları konusunda rahatlatırsa da A380'lere hizmet verebilmenin doğuracağı maliyetlere katlanması gerekecektir. Dünya genelinde birçok pist B747'ye göre tasarlanmıştır. Bu durum A380'lerin hava tarafında genel anlamda bir problem yaşamamasını sağlamaktadır. Ne var ki, A380'ler için asıl problem uçağın büyüklüğünden çok taşıdığı yolcu sayısından kaynaklanan terminal alanındaki emniyet ve konforunun sağlanmasında yaşanan güçlüklerdir.

Türkiye'de bazı havaalanları A380'lere hizmet vermek için yeterli kapasiteye sahip olmasına rağmen, bu havaalanlarında A380 için yeterli talep oluşmaması, bunun yanında Atatürk Havalimanı gibi talebin olabileceği havaalanlarının ise A380'e hizmet verecek altyapıya sahip olmaması nedeni ile ülkemizde şu anda A380 uçaklarına hizmet veren bir havaalanı bulunmamaktadır. Ancak hava taşımacılığı dünyada en hızlı gelişen ülkelerden biri olan Türkiye'de de orta ve uzun vadede A380'lerin kullanılmaya başlaması olasılığı yüksektir. Daha önce de belirtildiği gibi İstanbul'da yeni yapılan üçüncü havaalanı dışında sadece Ankara ve Trabzon havaalanlarının uygunluğu Airbus tarafından onaylanmıştır.

Bu çalışma kapsamında Türkiye'nin 5. büyük yolcu trafiğine sahip İzmir Adnan Menderes Havalimanı hava ve kara tarafı alt yapısının A380 uçak trafiğine ne ölçüde uygun olduğu incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, özellikle hava tarafında pist ve taksiyolu banketlerinin genişletilmesi, en azından PCN değeri yüksek olan pistin uzatılması ve Apron 2'deki uçak park sahalarının A380'e göre yeniden düzenlenmesini zorunlu kılmaktadır. Yolcu terminalinde ise pik saat diliminde bir veya iki A380 uçağına hizmet verilmesi durumunda, giden yolcu ile ilgili alanlarda herhangi bir kapasite sorunu yaşanmazken, gelen yolcu bölümünde, özellikle bagaj teslim ve pasaport kontrol alanlarında istenen hizmet seviyesinin sağlanamayacağı tespit edilmiştir.

Ülke genelinde, özellikle A380 uçaklarına hizmet vermesi muhtemel havaalanlarının yeterliliklerinin gözden geçirilerek eksikliklerin önceden tespit edilmesi ve bu doğrultuda gerekli düzenlemelerin yapılması son derece önemlidir. Ancak A380 uçaklarına hizmet vermesi muhtemel havaalanlarında talep oluşmadan kapasite artırımına gidilmesinin, havaalanlarına yapılan yatırımların geri dönüş sürelerinin uzamasına ve kısıtlı ülke kaynaklarının boşa harcanmasına neden olabileceği unutulmamalıdır. Ülke genelinde var olan havaalanı ağını dikkate alarak gelecek 10-20 yıllık dönemi kapsayan talep tahmin analizleri sonucunda, A380

*Geniş Gövdeli Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Tasarımı ve İşletimine Etkileri:
İzmir Adnan Menderes Havalimanı Uygulaması*

uçaklarına hizmet vermesi muhtemel havaalanlarının belirlenmesi ve bu doğrultuda her biri için, bu çalışmadakine benzer bir yöntem ile, eksikliklerin ortaya konarak gelişim ve yatırım planlarının hazırlanması bir gereklilik olup ayrı bir çalışma konusudur.

Kaynakça

Airbus (2017a). *Orders & Deliveries*.
<http://www.airbus.com/presscentre/corporate-information/orders-deliveries/>
(Erişim Tarihi: 25.05.2017)

Airbus (2017b). *A380 Destinations*. <https://www.ifly380.com/a380-destinations.html> (Erişim Tarihi: 25.05.2017)

Airbus (2016). *A380 Aircraft Characteristics Airport And Maintenance Planning*.
http://www.airbus.com/fileadmin/media_gallery/files/tech_data/AC/AC_A380_20161201.pdf (Erişim Tarihi: 25.05.2017)

Airbus (2015). *A380 Marketing CWZM: A380 Airport Operations*.
http://www.airbus.com/fileadmin/media_gallery/files/brochures_publications/aircraft_families/A380_Airport_Operations-_Dec_2015-v4_posted_23_feb_2016.pdf
(Erişim Tarihi: 25.05.2017)

Argun, T. (2004). *Kaplama Mühendisliği ve Uygulamaları*, Asil Yayın Dağıtım, Ankara.

Ashford, N., Mumayiz S., Wright P. (2011). *Airport Engineering: Planning Design, And Development Of 21st Century Airports*. Fourth Edition, John Wiley & Sons, Inc.

Barros, A., & Wirasinghe, S. (1997) "New Aircraft Characteristics Related To Airport Planning". *First ATRG Conference*, Vancouver, Canada, s. 1-16.

Barros, A., & Wirasinghe, S. (2002) Designing The Airport Airside For The New Large Aircraft. *Journal Of Air Transport Management*, 8, 121-127.

Beyazlı, D., Türk, E., Turan, S.Ö., Aydemir, S. ve Aydemir Ş. (2014). Stratejik Planlama Yaklaşımı ile Trabzon Havalimanı Revizyon Master Planlaması, *Planlama*, 24(2), s. 85-94.

Burns & McDonnell (2001). *What's Your NLA? How Will New Large Aircraft Affect Your Airport Facilities?*
https://www.wbdg.org/files/pdfs/aviationreport_burns_mcdonnell.pdf (Erişim Tarihi: 25.05.2017)

DHMi (2014). *İstatistik Yıllığı 2014*. Ankara: Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, Ankara.

DHMi (2015). *Havacılık Enformasyon Yayını (AIP)*,
<http://ssd.dhmi.gov.tr/ANSLogin.aspx> (Erişim Tarihi: 29.05.2017)

DHMi (2017a). *İzmir Adnan Menderes Havalimanı Dış Hatlar Terminali*, <http://www.adnanmenderes.dhmi.gov.tr/havaalanlari/sayfa.aspx?hv=3&mnu=946#.WSORYtwlEuU> (Erişim Tarihi: 29.05.2017)

DHMi (2017b). *İstatistikler*, <http://www.dhmi.gov.tr/istatistik.aspx> (Erişim Tarihi: 29.05.2017)

DLHi (2007). *Havameydanları: Planlama Ve Tasarım Teknik Esasları*. Demiryolları, Limanlar, Havameydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü, Ankara: Yüksel Proje.

Erkan, İ. (2014). Isparta Süleyman Demirel Havalimanı Terminal Binasının Hizmet Düzeyi Açısından Değerlendirilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, Cilt 2, Sayı 2, s. 113-118.

Forsyth, P. (2005). Airport Infrastructure For The Airbus A380: Cost Recovery And Pricing. *Journal Of Transport Economics and Policy*, Volume 39, Part3, pp.341-362

Ginevsky, A.S. & Zhelannikov, A.I. (2009). *Vortex Wakes Of Aircrafts*. Springer-Verlag, Berlin.

Gökdalay, H. M. (2008). *Havaalanlarının Performans Analizinde Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımı*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

IATA (1995). *Airport Development Reference Manual*. 8th Edition, International Air Transport Association, Montreal.

IATA (2004). *Airport Development Reference Manual*. 9th Edition, International Air Transport Association, Montreal.

ICAO (2014). *Airport Services Manual Part 1: Rescue and Fire Fighting*. Doc 9137-AN898, Fourth Edition, Montreal.

ICAO (2009). *Annex 14: Aerodromes Volume 1: Aerodrome Design and Operations*. Fifth Edition, Montreal.

Kaplan, P. (2005). *Big Wings: The Largest Aeroplanes Ever Built*. Pen & Sword Aviation, England.

Kazda, A., & Caves, R. (2015). *Airport Design and Operation*. Third Edition Emerald, U.K.

Korul, V. (2003). Havaalanı Çevre Yönetim Sistemi, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 2003-2004, s. 99-120.

Kundu, K.A. (2010). *Aircraft Design*. Cambridge University Press, New York.

Özger, A., Oktal, H. (2009). Havayolu Kargo Taşımacılığında Kapasite Sınırı Olmayan Çok Atamalı p-Ana Dağıtım Üssü Meydan Problemine Tamsayı Model Yaklaşımı, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Cilt 4, Sayı 1, s. 47-60.

Senguttuvan, P. S. (2007). *Principles of Airport Economics*. Excell Books, New Delhi.

*Geniş Gövdeli Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Tasarımı ve İşletimine Etkileri:
İzmir Adnan Menderes Havalimanı Uygulaması*

SHGM (2016). *Havaalanı Pistleri*. Yayın No: HAD/T-28, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara: Art Ofset Matbaacılık.

SHGM (2010a). *Havaalanlarında Çevresel Etkiler*. Yayın No: HAD/T-11, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara: Kuban Matbaacılık Yayıncılık.

SHGM (2010b). *Havaalanlarında Kapasite Kriterleri*. Yayın No: HAD/T-12, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara: Kuban Matbaacılık Yayıncılık.

Soyuer, B. (1996). *Havaalanı Terminal Binalarında Yiğilmaların Olduğu Mekanlarda Alan Hesapları Üzerine Bir Örneklem*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Transport Canada (2017). *Aircraft Classification Numbers (ACN's)*, https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/2_acn-tablica.pdf (Erişim Tarihi: 29.05.2017)

Extended Abstract

Introduction

Nowadays, the wide body aircraft are preferred by airlines because of their cost efficiencies and their capacities. In this framework, A380 which is the biggest aircraft in the world, is produced by the European Manufacturer Airbus. The flight tests of A380 were performed in 2005 and it is used first time in air transportation by Singapore Airlines. As of February 2017, the number of A380 manufactured by Airbus company is 208 (Airbus, 2017a). It is expected an increase in the usage of A380s in near future. Actually, 58 airports are in use for A380 flights with 110 destination points.

The aircraft characteristics have an important role in airport planning and design. The dimensions, the numbers and the locations of both airside and landside elements of an airport are determined according to the characteristics of critical aircraft using associated airport. The main aircraft characteristics which effect on airport design, are the weight, the reference airfield length (runway length required in ISA conditions), the wingspan and the outer main gear wheel span of the aircraft.

It is vital to expose the appropriateness of an airport for A380 operations by taking it's all subsystems into consideration. Aircraft size and its performance effect on runway-taxiway-apron dimensions and their strength, runway-taxiway separations and airspace capacity in airside of the airport. On the other hand, the dimensioning of waiting rooms, baggage claim areas, gates and the other facilities in passenger terminal buildings are also effected from the aircraft characteristics and their passenger capacities. Aircraft performance and their geometric features have the different influences on airport design and operation. For example, aircraft weight is an important factor for the determination of runway pavement thickness and runway length, while aircraft dimensions designate the runway width, apron geometry, location of airport elements and aircraft separations in airspace.

According to the study performed by Airbus Company, it is confirmed that 220 airports in the world are ready for A380 operations and this number may exceed 400 airports with small modifications (Airbus, 2015). In this study, it is indicated that Ankara Esenboga and the new 3th airport in Istanbul have the enough capacity to serve A380s while Istanbul Sabiha Gokcen and Trabzon Airports may become suitable for A380 flights with small revisions. Istanbul Ataturk, Antalya and Izmir Adnan Menderes airports having a significant air traffic volume in Turkey, are not involved in the list indicating the suitable airports for A380 operations. In this study, the airside and the landside capacities of Adnan Menderes Airport are examined and the infrastructural requirements to be compatible for A380 flights are investigated.

Method

Izmir Adnan Menderes Airport having 3240 meters long parallel runways, was opened to international traffic in 1987. The airport consists of two passenger terminals, one for international and another for domestic traffics. The international terminal (Capacity: 10 million passenger/year) and domestic passenger terminal (Capacity: 20 million passenger/year) were constructed by TAV consortium in 2006 and 2014 respectively. Izmir Adnan Menderes is the fifth biggest airport in Turkey with about 12 million passenger traffic according to the 2016 statistics published by General Directorate of Turkish Airports (DHMI).

In the study, the sufficiency of airside and landside capacities of Adnan Menderes Airport are analysed with three different scenarios. The peak hour passenger traffic, one and two additional A380 traffics to the peak hour are examined separately. For the second and the third scenarios, the passenger traffic arising from one or two A380 flight operations are added to the peak hour traffic of the related airport and the infrastructural appropriateness of the airport for A380s is explored. Although there are different versions of A380 used in air transportation, A380-800 which is the most preferred version of A380 is considered in the analyses. The locations, the dimensions and the other technical features of airside and land side elements of Adnan Menderes Airport are provided by DHMI.

The data related to the hours between 07:00-08:00 of July 4th 2014, is chosen as the peak hour passenger traffic for the calculations. The peak hour statistics are also obtained from DHMI. The capacity sufficiency of sub components of international passenger terminal is determined by using the formulations developed by International Air Transport Association (IATA)

Results and Discussion

Following results are obtained from the analyses:

- Although the runway width is appropriate for A380-800, the runway shoulders should be widened 7,5m. more from both side of runway.
- The runway having more PCN value should be extended at least 450m.
- The parking areas located in Apron 2, should be reorganized according to A380 operations.

*Geniş Gövdeli Uçak Karakteristiklerinin Havaalanı Tasarımı ve İşletimine Etkileri:
İzmir Adnan Menderes Havalimanı Uygulaması*

- The strength of runways, taxiways and aprons is high enough for A380.
- Departing passenger part of the international terminal building has the enough capacity for all scenarios.
- Arriving passenger side of the terminal, especially baggage claim section, will be over capacity not only in A380 operations but also in peak hour traffic.

Since the most of the runways in the big airports are designed according to the B747 standards, airport operators are not faced with a big infrastructural problem at the airside of their airport. However, the main concern for the A380s is the difficulties in ensuring the security and service quality in terminal buildings stemming from the large number of passengers rather than the dimensions of the aircraft.

Actually, neither an airport nor an airline providing service to A380 operations, do not exist in Turkey, but it can be said that there is a strong possibility to use A380s in Turkey in mid and long term by taking into consideration the rapid development of Turkish air transportation. Excluding the new airport in Istanbul, Ankara Esenboga and Trabzon airports which are approved for A380 flights by Airbus Company, the appropriateness of other big airports in Turkey should be examined in case of A380 operations. This kind of feasibility studies would help the planners and the decision makers to see the deficiencies of the airports and to make the necessary modifications in airport system.