

28-30 Eylül 2016, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli

PİST KAPASİTESİNİN ETKİN VE VERİMLİ YÖNETİMİ: SABİHA GÖKÇEN HAVALİMANI ÖRNEĞİ

İhsan ÇELEBİ

Kocaeli Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Kocaeli

ÖZET

Havacılık ve Uzay Teknolojileri, dünyada baş döndürücü bir hızla gelişmekte, uluslararası entegrasyon ve bütünleşmede büyük rol oynamakta, hatta öncülük etmektedir. Airports Council International (ACI) verilerine göre Avrupa için hava trafiğindeki artış 2012 yılına göre 2035 yılında %50'lik bir büyüme göstermesi beklenmektedir. İşte bu büyüme beklentisi kapasite kavramının önemini ortaya çıkartmaktadır. Havalimanlarında toplam kapasiteyi belirleyen en temel etken mevcut pist sistemidir. Bu çalışmada özellikle büyük havalimanlarında uçuş trafiğinin artmasıyla birlikte ortaya çıkan pist kapasitesi sorunu ele alınacaktır. Pist kapasitesinin yeterli olmayışı gerek hava sahasında gerekse havalimanında tıkanıklığa yol açmakta, uçuşlarda gecikme veya bağlantılı uçuşlarda yolcuların uçaklarını kaçırmaları vb. sonuçları doğurmaktadır ve havayolları için de büyük kayıplara yol açmaktadır. Bu araştırmada Sabiha Gökçen Havalimanı mevcut pist sistemi göz önünde bulundurularak kapasite yönetimin uçuş yoğunluğuna göre ne derece etkin ve verimli yönetildiği araştırılmaktadır. Kapasite artışıyla birlikte havalimanı yönetiminin almış olduğu önlemler ve yapmış olduğu yatırımlar belirtilmiştir.

GİRİŞ

Gelişen, değişen ve globalleşen dünyada uçmaya olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Teknolojideki gelişmeler, yakıt fiyatlarındaki düşüş, havayolu taşımacılığının güvenli bir araç olması ve insanlardaki gezme kültürünün artması havayolu sektöründeki büyüme ivmesinin yukarılara doğru olduğunu ortaya koymaktadır. Havayolu şirketlerine baktığımızda artan bu talep ve rekabetçi politikalara karşı gelirlerini daha fazla artırmak için farklı stratejiler geliştirmektedirler. Özellikle verilen uçak siparişleriyle filolarını genişleten havayolu şirketleri hem havayolu taşımacılığına artan talebi karşılamaya çalışmakta hem de yeni uçuş hatları ekleyerek havayolu taşımacılığı pazarında daha da güçlü bir konuma ulaşmaya çalışmaktadırlar.

*Öğretim Görevlisi, Havacılık Yönl. Böl., E-posta: ihsan_celebi@hotmail.com

2013 ACI verilerine göre 2035 yılında Avrupa'da hava trafiği için talebin 2012 yılı rakamlarına göre %50 artış göstermesi beklenmektedir. Hava taşımacılığında artan bu talep karşısında Avrupa'da havalimanı kapasitelerinin yetersizliği nedeniyle bu artışın %12'sinin karşılanamayacağı öngörülmektedir. Bu gerçekleşmeyecek 1,9 milyon uçuş veya 237 milyon uçamayan yolcu anlamına gelmektedir. Ayrıca kapasite yetersizliği nedeniyle uçuşlardaki gecikmeler ve iptaller hem seyahat eden yolcuları hem de havayolu şirketlerini maddi olarak zor durumda bırakacaktır [ACI, 2015].

Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi, ülkemizde de havayolu taşımacılığı büyük gelişme göstermektedir [Pekcanattı, 2006]. Uluslar arası havacılık örgütlerinin açıklamış oldukları trafik ve yolcu sayıları Türkiye'de havayolu taşımacılığı sektöründeki büyüme oranının diğer ülkelere kıyasla daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Havalimanı kapasitesi üzerindeki tartışmaların odağına bakıldığında genellikle pist kapasitesi üzerinde durulmaktadır [ACI, 2015]. Bunun ana nedeni hava yolu şirketlerinin gerçekleştirdikleri uçuş sayılarının mevcut pist ya da pistlerin kullanım kapasitesini aşması nedeniyle meydana gelen gecikmeler ve iptallerdir. Havalimanı işleticileri bu tıkanıklığı ortadan kaldıracak şekilde pistin etkin ve verimli şekilde yönetilmesi için birçok çalışma yapmaktadırlar. Pist kapasitesinin hizmet düzeyi ile trafiğin yoğun olduğu saatteki talep arasında fark incelenerek gerek kısa vadede gerekse uzun vadede kapasiteyi sınırlandıran faktörler gerekli düzenlemelerle ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır [SHGM, 2010]. Ayrıca kapasite sorunu hakkında yetkili otoriteler, havayollarından yetkili kişiler dönem dönem bir araya gelerek fikir alışverişi içerisinde bulunarak sorunlara koordineli olarak kalıcı çözümler bulmak için uğraşmaktadırlar.

Bu çalışmada da özellikle büyük havalimanlarında artan uçuş trafiği sebebiyle ortaya çıkan kapasite sorunlarından biri olan pist kapasitesi incelenerek pist kullanımının etkin ve verimli yönetimi ele alınmıştır. Bu çalışmayla özellikle kapasite artışını etkileyen temel etkenler ele alınarak havacılık camiasının bilgilendirilmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, havalimanı kapasite sorunları ile ilgili birçok çalışmaya rastlanmıştır. Ancak çalışmalar incelendiğinde, pist kapasitesinin etkin ve verimli kullanılması açısından çok fazla çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu nedenle çalışma, havalimanındaki mevcut pist ya da pistlerin etkin ve verimli kullanımı açısından önem taşımaktadır.

KAVRAMLAR

Pist: Hava araçlarının iniş ve kalkış yapması için hazırlanmış dikdörtgen şeklindeki alandır [DHMI, 2011].

Kapasite: Tutar (b.t.)'a göre kapasite bir işletmenin belli bir dönem, belirli bir gün veya zamanda elindeki mevcutları kullanarak, ortaya çıkaracağı maksimum üretim miktarı veya hizmet seviyesini ifade eder.

Pekcanattı (2006)'nın havalimanı planlaması için yaptığı kapasite tanımına baktığımızda verilen hizmetlerdeki aksaklıklarda dikkate alınarak belli bir zamandaki uçuş operasyonlarının maksimum olduğu rakamlar olarak tanımlanmaktadır.

Kapasite Yönetimi: Havacılık sektöründe kapasite yönetimi verilen hizmetlerin maksimum düzeydeki talep karşısında sorunsuz bir şekilde idare edilmesi için sistemin tüm etkenlerinin planlı ve düzenli bir şekilde yürütülmesidir. Havalimanlarında kapasiteyi etkileyen faktörlerin hepsi bir biriyle bağlantılı olduğu için sistemin her aşaması kapasiteyi direk etkilemektedir. Bu nedenle havaalanı işleticileri herhangi bir sorun ortaya çıkmadan geleceği göreceği şekilde çalışmalar yaparak ve farklı stratejiler uygulayarak kapasite yönetiminde başarılı olmayı hedeflemektedirler.

Etkinlik: Etkinlik, bir işletmenin veya örgütün tanımlanmış amaçlarına ve stratejik hedeflerine ulaşmak amacıyla gerçekleştirdikleri faaliyetlerin sonucunda, bu amaç ve hedeflere ulaşma derecesini belirleyen bir performans boyutudur [Arslan, 2002].

Hava taşımacılığındaki büyüme gerek havalimanı işletmecilerini gerekse havayolu işletmecilerini stratejik amaç ve hedefler belirlemeye yönlendirmektedir. Belirlenen bu değerler verilen hizmete uyarlandığında elde edilen kazanımların pozitif yönlü ve istenilen düzeyde olması etkinliğin ifadesidir.

Verimlilik: Genel anlamda verimlilik, bir işletmenin veya bir örgütün mal ve hizmet üretirken kaynaklarını ne kadar iyi kullandığını ifade etmek için kullanılan bir kavramdır [Arslan, 2002]. Havacılık sektörü bir hizmet sektörü olduğu için burada girdi kısmını personel ve teknolojik kolaylıklar oluşturmaktadır. Verimlilik açısından değerlendirildiğinde gerçekleştirilen faaliyetler için öncelik emniyet, kurallar ve kalite standartları olmalıdır. Bu standartlar dikkate alınarak personelin sunulan hizmetlerde göstermiş olduğu çaba verilen hizmetlerin seviyesinin maksimum olması havacılık açısından verimliliğin tanımını ifade etmektedir.

Pist Kapasitesi: Havacılık otoriteleri tarafından, uçuş emniyeti gözetilerek bir saatlik zaman diliminde piste iniş ve kalkış yapmasına izin verilen toplam uçuş sayısıdır [EUROCONTROL, 2012].

PİST KAPASİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Havalimanında pist kapasitesini etkileyen birden fazla etken vardır. Kapasite ile ilgili bu etkenler genellikle uçuş trafiğinin en yoğun olduğu dönemlerde ortaya çıktığı için dikkatlice incelemek gerekmektedir. Bu etkenleri incelemenden önce havaalanının tamamlayıcı bir sistem olduğunu ve kapasitenin tam anlamıyla yönetilmesi için de sistemdeki tüm faktörlerin sorunsuz bir şekilde idare edilmesi gerektiğini bilmek gerekmektedir. Kapasiteyi etkileyen faktörlere baktığımızda;

- Pist kapasitesi
- Havaalanının plan ve dizaynı
- Terminal kapasitesi
- Apron / park yeri kapasitesi
- Hava sahası kapasitesi
- Apron ve terminal arasındaki ulaşılabilirlik kapasitesi olarak bağımsız birer parça halinde bir bütünü oluşturdıkları görülmektedir [ACI, 2015].

Bir havalimanında pistin kapasitesinin maksimum seviyede hizmet verebilmesi için havalimanı işletmecileri kapasiteyi etkileyen faktörleri göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Pist kapasitesini etkileyen bu faktörler aşağıdakileri kapsamaktadır.

- Kuyruk türbülansı
- Pist işgal süresi
- Hava trafik kontrol prosedürleri
- Seyrüsefer yardımcıları ve ekipmanlar
- Uçak tip ve performansları
- İniş ve kalkış trafiği
- Pist konfigürasyonu
- Karışık veya ayrılmış kullanım
- Meteorolojik şartlar
- Pilotaj kaynaklı sıkıntılar ve uçak işleticisi prosedürleri [Pekcanattı, 2006; SHGM, 2010].

Kuyruk Türbülansı

Kuyruk türbülansı, bir uçağın havadaki seyrini gerçekleştirirken kaldırma kuvvetinin kanada uyguladığı farklı basınçlarla kanat uçlarının arkasından geriye doğru yayılan ve ters yönde hareket eden hava kütleleri olarak ifade edilmektedir [BULUT, b.t.]. Kuyruk türbülansı ayırma minimumları uçakların sertifikalandırılmış maksimum kalkış ağırlıklarına göre üç kategoriye ayrılır:

Heavy (Ağır): Maksimum kalkış ağırlığı 136.000 kg veya daha fazla olan bütün uçak tipleri,
Medium (Orta): Maksimum kalkış ağırlığı 136.000 kg'dan az, 7.000 kg ve üzerinde olan uçak tipleri,
Light (Hafif): Maksimum kalkış ağırlıkları 7.000 kg'dan az olan uçak tipleri [DHMI, b.t.]

Yukarıdaki kuyruk türbülansı değerlerine baktığımızda büyük gövde uçaklar, daha fazla kuyruk türbülansı meydana getirmektedir. Özellikle bu uçakların arkalarında oluşturdukları düzensiz hava kütleleri arkadan gelen uçaklar için büyük tehlikelere yol açmaktadır. Arkadan gelen uçağın küçük olması veya öndeki uçağa çok yaklaşması hem uçağı etkilemekte hem de uçağın kontrolden çıkmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle pilot ve hava trafik kontrollerinin iki uçak arasındaki ayırma minimumlarını sağlayacak şekilde operasyonları gerçekleştirmeleri tavsiye olunmaktadır.

Kuyruk türbülansı kaynaklı kaza ve olaylara genellikle uçakların havaalanına inişi sırasında rastlanılmaktadır. Uçaklara hizmet veren ilgili ATC ünitesinin böyle bir durum karşısında uçaklar arasında sağladığı ayırma limitleri pist kapasitesinin belirlenmesinde çok önemli bir faktördür. Uygulanacak ayırma limitleri, prosedür ve düzenlemeler pist kapasitesini artırmada etkili olmaktadır. İnişe gelen uçaklarda ağır bir uçağın arkasında ağır veya orta ağırlıkta bir uçak varsa 2 dakikalık bir ayırma, ağır veya orta ağırlıktaki bir uçağın arkasında hafif ağırlıkta bir uçak varsa 3 dakikalık kuyruk türbülansı ayırma uygulanır. International Civil Aviation Organization (ICAO) kuyruk türbülansı ayırma minimum değerleri, uçak maksimum kalkış ağırlıklarına dayanmaktadır. Aşağıdaki Çizelge 1, yürürlükte olan kuyruk türbülansına ilişkin temel hükümleri göstermektedir.

Çizelge 1: Varışlar İçin Temel Kuyruk Türbülansı Minimum Ayırma Değerleri [SHGM, 2010]

Öneki Uçak	Takip eden Uçak	Minimum Ayırma Değeri
Ağır ⁽¹⁾	Ağır	4NM
	Orta	5NM
	Küçük	6NM
Orta ⁽²⁾	Ağır	3NM
	Orta	3NM ⁽⁴⁾
	Küçük	5NM
Küçük ⁽³⁾	Ağır	3NM
	Orta	3NM
	Küçük	3NM

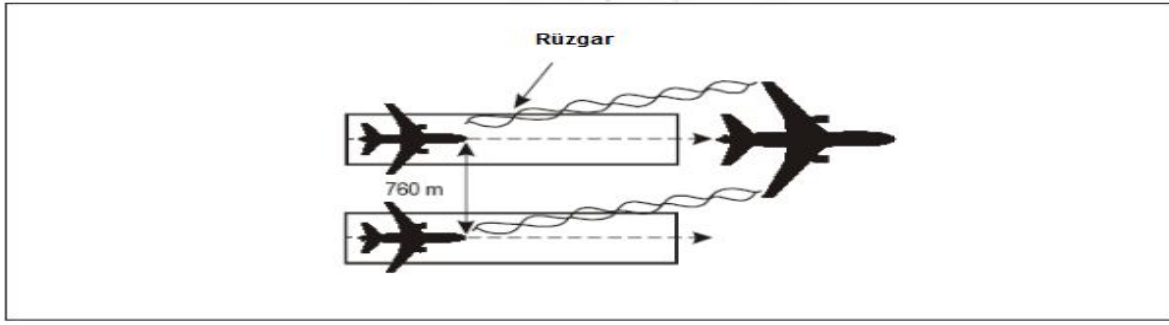
(1) 136 000 kg ve üzeri

(2) 7 000 ile 136 000 kg arası

(3) 7 000 kg'dan az

(4) Nihai yaklaşımda 2.5 NM minimum radar ayırımı çeşitli Avrupa Havaalanlarında kullanılmakta ve yeni pistler yapılmadan önce bu ayırım araştırılmalıdır.

Kuyruk türbülansı minimum ayırma değerleri kalkış yapan uçaklar için de geçerlidir. Kalkış yapan ağır bir uçağın arkasından kalkacak uçak ile arasında 2 dakikalık bir minimum ayırma gerekmektedir. Aşağıdaki şekilde paralel pisti olan meydana kalkış yapan ağır bir uçağın arkasından kalkacak uçaklar için 2 dakikalık kuyruk türbülans ayırma örneği gösterilmiştir [SHGM, 2010].



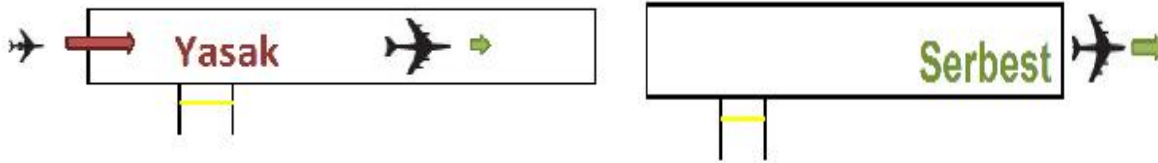
Şekil 1: Paralel Pistlerde Kuyruk Türbülansı Örneği [DHMI, b.t.]

Pist İşgal Süresi

Uçakların pisti işgal etme durumları değişik şekillerle ortaya çıkmaktadır.

- Uçak veya bir araç pist üzerinde hareket ediyor, taksi yapıyor veya duruyor
- Uçak pist eşik noktasıyla teker koyma anı arasında bir pozisyonda palye veriyor
- Uçak pist sınırlarında kalkış gerçekleştiriyor
- Uçak pist sınırlarında touch and go veya alçak geçiş yapıyor
- Uçak veya bir araç pist ile bekleme noktası çizgisi arasında bir noktada bulunuyor.

Yukarıdaki nedenlerden dolayı pist işgal edilmişse iniş veya kalkış trafiklerine gerekli emniyet tedbirleri açısından operasyon izni verilmez. Aşağıdaki şekillerde pist işgalinin hangi durumlarda iniş veya kalkış yapan uçaklara yasak ya da serbest olduğu örneği verilmiştir.



Şekil 2: Pist İşgalinin Yasak Ve Serbest Kullanımı [IVAO, 2014]

İniş için piste yaklaşma yapan bir uçak, önceki uçak pistten ayrılmadan konma işlemini gerçekleştiremez. Uçakların pisti hızlı bir şekilde terk etmeleri için pist üzerindeki hızlı çıkış taksi yollarının iyi bir şekilde konumlandırılması gerekmektedir. Bir uçağın pisti terk etme süresi minimum 50-55 saniye olarak gözetilerek yapılan operasyonlarda bu hedefe ulaşılamadığı takdirde bu süre artırılmakta ve bu nedenle de pist kapasitesi azaltılmaktadır [IVAO, 2014].

Hava Trafik Kontrol Prosedürleri

Hava taşımacılığına olan talep ile hava trafik kontrol hizmeti arasında doğrudan bir etkileşim vardır. Son yıllarda havacılıktaki hızlı büyüme ve Türkiye'nin de jeopolitik konumu nedeniyle Avrupa ve Ortadoğu arasında bir köprü görevi üstlenmesi hava sahası trafiğinde ciddi artışlara neden olmaktadır. Artan talep karşısında hem hava sahası kapasitesinde yoğunluk hem de havaalanı kapasitesinde sıkıntılar ortaya çıkmaktadır. Hava sahasında uçakların sayısı arttıkça hava trafik kontrolleri hava trafik akışını yönetmede zor durumda kalabilmektedirler. Bu durumda hava trafik kontrolörleri gerekli emniyet tedbirlerini almak ve çarpışmaları önlemek adına uçaklara gerekli talimatları vererek hava trafik akışını sağlamaya çalışmaktadırlar. Uçaklar almış olduğu bu talimatlar çerçevesinde seyirlerini gerçekleştirmek zorunda oldukları için istemedikleri seviyelerde uçmak zorunda kalabilmekte, yoldaki yoğunluktan dolayı gecikmeye uğrayabilmekte veya yolların

kesiştği noktalarda geçiş önceliğini yitirebilmektedir [Uygur, 2002]. Hava sahası yoğunluğu nedeniyle yaşanan gecikmeler kapasite sorunu olan havalimanlarının hem kontrol bölgesini(Control Zone - CTR) hem terminal kontrol sahasını(Terminal Control Area - TMA) hem de pist kapasitesini olumsuz etkilemektedir [DHMI, 2011].

Hava trafik hizmetlerini bir sistem olarak düşünürsek hava trafik kontrolörüne yüklediği iş yükü sistemin kapasitesine etki eden en önemli faktörüdür. Hava trafik akış yönetiminin sağlanması, uçakların emniyetli ve verimli bir şekilde uçuşlarını gerçekleştirmesi için hava trafik sistemlerinin kapasitesini sınırlandıran tüm nedenler ortadan kaldırılmadır. Bu nedenler;

- Hava sahası kısıtlayıcısı : Hava sahasının yapısı ve boyutları
- Kontrolör iş yükü kısıtlayıcısı : Gerekli usuller için harcanan zaman
- Teknik kısıtlayıcılar : Radar kapsamı ve bilgi işlem yeteneği
- Usul kısıtlayıcıları : Gerekli olan ayırmalar [Pekcanattı, 2006]

Türkiye ve Avrupa hava trafiği European Organisation for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL)'a bağlı merkezi akış yönetim birimi Central Flow Management Unit (CFMU) tarafından yönetilmektedir [CAVCAR, 1998]. Calculated Take Off Time (CTOT) dikkate alınarak hava trafiğinin düzenli bir şekilde akışını gerçekleştirmek üzere görev yapmaktadır. Hava trafiğinin bu şekilde düzenli yönetimi hava trafik kontrollerinin iş yükünü azaltmakta, uçakların gecikmelerini asgari düzeye düşürmekte ve havayollarının yakıt giderlerini önemli miktarda düşürmektedir. Ayrıca CTOT dışında Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI)'nin meydan slotu uygulamasıyla da kapasitenin yoğun olduğu meydanlarda uçakların gelişi gidiş zamanları saatlik dilimlere dağıtılarak kapasitenin optimum kullanımı sağlanmakta ve uçuşlardaki gecikmeler asgari seviyelere indirilmeye çalışılmaktadır [IATA, 2013].

Seyrüsefer Yardımcıları ve Ekipmanlar

Hava trafiğinin yönetilmesinde kullanılan sistemler yer ve uydu destekli seyrüsefer yardımcıları, radar ve sesli haberleşme sistemleridir. Hava sahası ve havaalanlarına konumlandırılmış bu cihazlardan alınan bilgiler doğrultusunda uçaklar uçuşlarını emniyetli, verimli ve sorunsuz bir şekilde gerçekleştirmektedirler. Hava trafiğindeki artış ve teknolojik gelişmeler karşılığında hava seyrüseferinde kullanılan sistem ve ekipmanlar yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle havacılık otoriteleri mevcut sistem ve ekipmanları teknolojik gelişme ve yeniliklerin hedefinde uygun bir şekilde güncellemek durumundadır. Daha iyi sesli haberleşme teknolojileri, veri haberleşmesi, uydu esaslı seyrüseferin kullanılması ve yeni hava trafik ayırma limitleri ve kontrol prosedürlerinin uygulanması hava trafiğinin emniyetli bir şekilde sürdürülmesini, kapasitenin etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır [Oktal ve Yaman, 2004].

Uçak Tip ve Performansları

Uçaklara hizmet vermek için oluşturulmuş pist, apron, taksi yolu vb. tesisler uçakların ağırlık, genişlik ve uzunluk değerleri dikkate alınarak tasarlanmaktadır. Pistin kaplaması, genişliği ve uzunluğu hizmet verilecek uçak tiplerine uygun ebatlarda olmalıdır [UBAK, 2007]. Uçakların tiplerine göre kategorilere ayrılmasının yanı sıra uçuş aşamasındaki performansları da hava trafik kontrolörleri tarafından dikkat edilmesi gereken husustur. Uçakların düz uçuş, yaklaşma, kalkış ve iniş aşamalarındaki performansları diğer trafiklerle arasındaki ayırmaların belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle yaklaşma, kalkış ve iniş aşamasındaki performansları pist kapasitesini direkt etkilemektedir. Uçaklar inişte stall hızlarına (yani havada kalabilmek için gerekli minimum hızları) göre kalkışta ise maksimum kalkış ağırlıklarına göre sınıflandırılır. Bu sınıflandırma neticesinde uçakların performansları doğrultusunda pisti terk etme süreleri ve ayırma limitlerindeki farklılıklar kapasite yönünden büyük önem arz etmektedir [Demiröz, 2015]

İniş ve Kalkış Trafikği

Bir havaalanına iniş ve kalkış yapan uçakların saatlik dilimlere dağılımı pist kapasitesini etkilemektedir. İniş ve kalkış trafiklerinin sıralamadaki öncelikleri gerekli emniyet ve aciliyet şartları esas alınarak amaçlarına uygun bir şekilde hava trafik hizmet birimlerince yönetilmektedir. İniş ve kalkışlar Instrument Flight Rules (IFR) ve Visual Flight Rules (VFR) olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir. Uçuş trafiğinin yoğun olduğu saat dilimlerinde yaşanan kapasite sıkıntısından dolayı hava trafik kontrolörü birbirini takip eden iniş ve kalkış trafiklerinin her ikisini de düşünmek durumundadır. Kalkış yapan için arkasından kalkacak, kalkış yapan bir uçağın arkasından inecek veya inişe gelen bir uçağın arkasından kalkış yapacak uçaklar arasındaki boşluklar göz önünde bulundurularak hava trafik akışı sağlanmalıdır [SHGM, 2010].

Pist Konfigürasyonu

Pist düzenlemesiyle ilgili birden fazla çeşit mevcuttur. Bu düzenlemelerden en çok kullanılanlar;

- Tek pistler
- Paralel pistler
- Kesişen pistler
- Açık V şeklindeki pistlerdir [Pekcanattı, 2006].

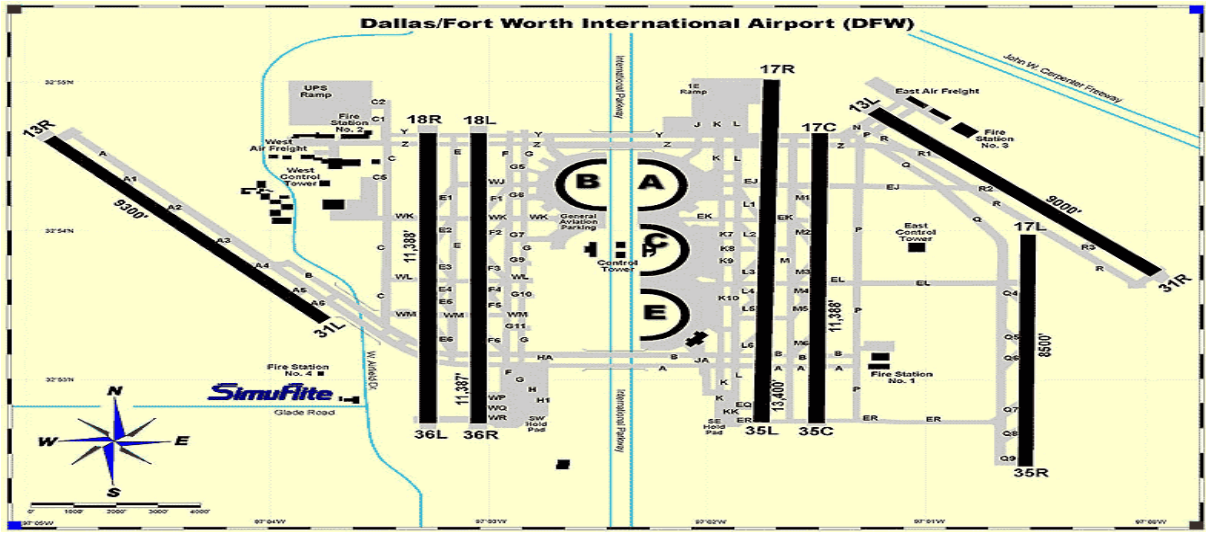
Yukarıda belirtilen pistleri kapasite açısından sınırlandıran bazı etkenler vardır. Tek pisti olan havaalanlarında kapasite kullanımı maksimuma ulaşıldığı takdirde kapasiteyi artırmaya yönelik çalışmalarda sınırlı olacaktır. Bağımsız paralel pisti olan havalimanlarında iki pist merkez hattı arasındaki minimum mesafe;

- Bağımsız paralel yaklaşımlar için 1035 m
- Bağımlı paralel yaklaşımlar için 915 m
- Bağımsız paralel aletli kalkışlar için 760 m
- Ayrılmış paralel operasyonlar için 760 m

sağlanamamışsa bu pistlere de aynı anda hizmet verilemeyecektir. Ayrıca birbirini kesen pistlerin varlığı da kapasiteyi sınırlandıran durumlardır [SHGM, 2010a]. Bir havalimanının PAT sahaları (pist-apron-taksi yolu) arasındaki geçiş düzeni iyi konumlandırılmamışsa pat sahası yönetiminde tikanıklıklar ve uçuşlarda gecikmeler yaşanmaktadır [SHGM, 2010b].

Karışık veya Ayrılmış Kullanım

İki veya daha fazla pisti olan havalimanlarında trafik yoğunluğu nedeniyle pistlerin kullanımı farklı şekillerde olabilmektedir. Paralel pistler, birbirinden bağımsız pistler veya birbirini kesen pistlerde uçuş operasyonlarının düzenli ve kapasiteye uygun bir şekilde kullanılmalıdır. Hava trafik otoriteleri pistleri iniş ve kalkışlar farklı pistlerden gerçekleştirilecek şekilde uygulamalar ve düzenlemeler yapmaktadırlar. Bu uygulamalar kapasitenin artırılmasında önemli bir faktördür [SHGM, 2010]. Örneğin Atatürk Havalimanı'nda 2 paralel ve bir açık V şeklinde pistler mevcuttur. Kapasite sıkıntısının olduğu bu meydana hakim rüzgarın etkisinin çok büyük değişiklik göstermediği süreçte inişlerde 05/23 pisti kalkışlarda ise 17/35 pisti tercih edilmektedir. Aşağıdaki şekilde ABD Dallas/Fort Worth Uluslar arası Havalimanı'na ait chart verilmiştir. Şekle göre birden fazla pist olduğu için hava trafiğindeki karışıklık belli sistem ve prosedürler çerçevesinde yönetilmektedir.



Şekil 3: Dallas/Fort Worth Uluslararası Havalimanı [NASA, b.t.]

Meteorolojik Şartlar

Meteorolojik şartlardan doğan hadiseler hem hava trafiği akışını zor durumda bırakmakta hem de uçuş esnasında pilotlar için büyük risk taşımaktadır. Meydan üzerinde gerçekleşen rüzgarın şiddeti, yönü, pist görüş mesafesi, yağışın şekli, bulut alt tabanı, türbülans, sis, cumulonimbus denen yoğun bulut kümeleri, iniş hattında oluşan wind shear (rüzgarın hızında ve yönündeki ani değişim) gibi hava hadiseleri hava trafiğinde çok ciddi sıkıntılar yaratmaktadır. Bu hadiseler özellikle;

- Rüzgarın yönünün değişmesinden kaynaklı kullanılan pistin değişmesine
- Yaklaşmadaki uçakların başka meydanlara yönlendirilmesine
- Uçuşlarda iptal ve gecikmelere
- Uçuş emniyetinde sıkıntılara
- Yağıştan dolayı pist üzerinde oluşan birikintinin temizlenmesi için iniş ve kalkış trafiklerine klerans verilmemesine
- Hava trafik hizmetlerinde iş yüküne

neden olmaktadır. Bu olumsuz koşullar nedeniyle pist kapasitesi saatlik kapasitenin oldukça altında trafiğe hizmet verecek duruma gelir. Hava hadisenin geçmesinden sonraki aşamada gecikmeli uçuşların diğer uçuşlarda yarattığı gecikmeler ve iptal edilen uçuşların telafisi adına eklenen uçuşlar hava trafiğinde yoğun saatlerde tıkanıklığa yol açmaktadır [Demiröz, 2016].

Pilotaj Kaynaklı Sorunlar ve Uçak İşleticisi Prosedürleri

Havayolu taşıyıcıları uçuş operasyonlarında uçak üreticileri ve havacılık otoriteleri tarafından belirlenen sorumlulukları yerine getirmek zorundadır. Sorumluluklar doğrultusunda operasyon standartları oluşturularak pilotlarını eğitmeli ve bu kurallara uymaları gerekliliğini bildirmelidir. İşleticinin belirlediği operasyonel limitler ve kurallara pilotların uyma gerekliliği uçakların pist kullanım süresini artırmakta buda pist kapasitesini etkilemektedir. Pilotların havalimanını tanımamaları tecrübeli olmayan pilotların da iniş ve kalkışlarda daha uzun piste ihtiyaç duymaları kapasite açısından önemli konulardır [Pekcanattı, 2006].

SABİHA GÖKÇEN HAVALİMANI'NIN MEVCUT DURUMU VE PİST KAPASİTESİ SORUNU**Sabiha Gökçen Havalimanı Hakkında Genel Bilgiler**

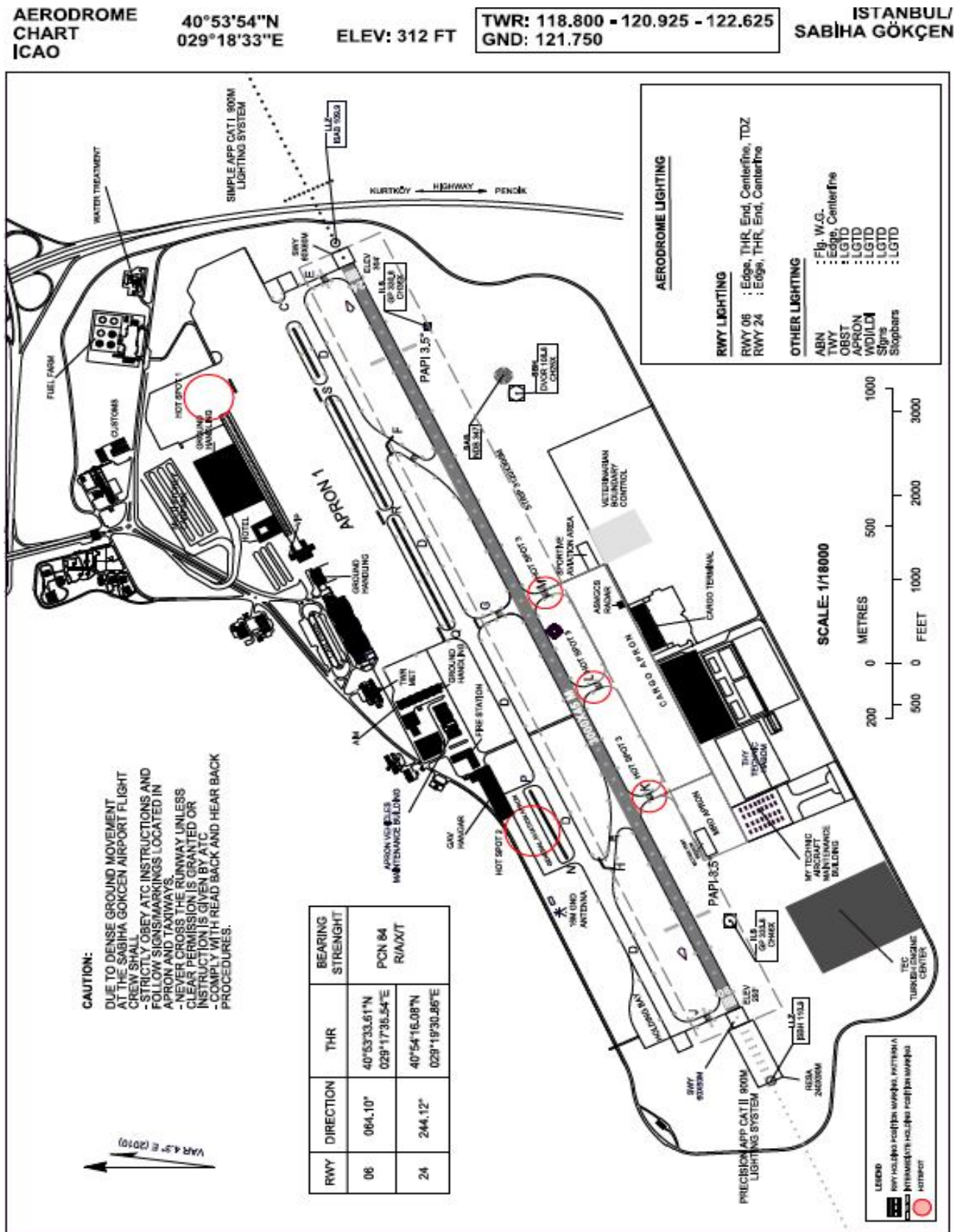
Sabiha Gökçen Havalimanı 27 Ocak 2000 tarihi itibarıyla büyük çoğunluğu Savunma Sanayi Müsteşarlığına bağlı olan Havaalanı İşletme ve Havacılık Endüstriler A.Ş. (HEAŞ) tarafından işletilmektedir. Başlangıç aşamasında havaalanında verilen tüm hizmetleri kendisi sağlayan HEAŞ Temmuz 2007'de yapılan ihale sonucunda 1 Mayıs 2008 tarihinden itibaren bu hizmetlerin bir kısmını(Terminal, Yer hizmetleri, Akaryakıt, Antrepo işletmeciliği) Limak-GMR- Malaysia Airports üçlü ortak grubu tarafından kurulan İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı Yapım Yatırım ve İşletim A.Ş. (İSG)'ye devretmiştir. HEAŞ ise Sabiha Gökçen Havalimanı meydan otoritesi olarak faaliyetlerini sürdürmektedir. Bunun yanı sıra hava trafik kontrol hizmeti DHMİ, meteoroloji hizmeti Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından sağlanmaktadır. Havalimanının ICAO kodu LTFJ, IATA kodu ise SAW'dır. Havalimanı 24 saatlik hizmet kapasitesiyle iç hat dış hat tüm trafıklere hizmet vermektedir. PAT sahalarının fiziksel karakteristikleri aşağıdaki gibidir [HEAŞ, b.t.].

Pist: 06/24 doğrultusunda tek pist mevcuttur. Genişliği 45m, uzunluğu 3000m'dir. Pist kaplaması beton olup kaplama sınıfı numarası (Pavement Classification Number- PCN) 84'tür. Pist sonunda kaplaması asfalt olan 60m'lik durma uzantısı (stopway) mevcuttur. 06 pisti yaklaşma ışıklandırma sistemi hassas yaklaşma barette sistem CAT II, ILS(Instrument Landing System) kategorisi CAT I; 24 pisti için ışıklandırma sistemi basit yaklaşma barette sistem CAT I, ILS kategorisi CAT I seviyesindedir.

Taksi yolları: Piste paralel 45m genişliğinde 3000m uzunluğunda D taksi yolu mevcuttur. Bunun dışında pist ile apronlar arasında geçişi sağlayacak C, E, F, G, H, J, K, L, M,N,P,R,S,Q taksi yolları mevcuttur. Tüm taksi yollarının kaplaması beton ve mukavemeti(PCN) 100'dür.

Apron: Yolcu, kargo ve genel havacılık apronu olmak üzere üç apron mevcuttur. Ayrıca sportif havacılık amaçlı uçakların park etmesi amacıyla ayrı bir alan da oluşturulmuştur. Park yerlerinin sayısal olarak kullanımında uçakların kanat genişliği ve uzunluklarının büyük rolü vardır. Bu nedenle park yerlerinin kapasite sayısı uçak tiplerine göre değişmektedir. Yolcu ve kargo apronlarında toplamda 79 park pozisyonuyla dar ve geniş gövde uçaklara aynı anda hizmet verilebilmektedir [DHMİ, 2015].

Aşağıdaki Sabiha Gökçen Havalimanı meydan chartına bakarak hava tarafı fiziksel özellikler ve konum bilgilerine ulaşılabilir.

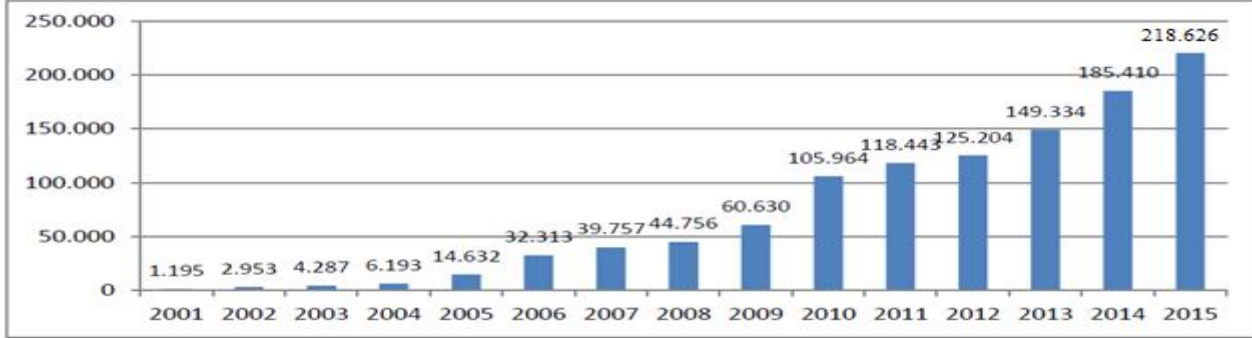


Şekil 4: Sabiha Gökçen Havalimanı Meydan Chartı [DHMI, 2015]

Sabiha Gökçen Havalimanı Mevcut Durumuna İlişkin İstatistiksel Bilgiler

Sabiha Gökçen Havalimanı Uçak Trafiği: Avrupa'nın en hızlı büyüyen havalimanı olan Sabiha Gökçen Havalimanı faaliyetlerine başladığı dönemden günümüze kadar olan süreçte uçuş trafik sayılarını sürekli artırarak hızlı ilerleyişini devam ettirmektedir. Aşağıda sunulan çizelgelerde uçuş trafiğinin aylara ve yıllara göre rakamları verilmiştir.

Çizelge 2: 2001-2015 yılları arası Sabiha Gökçen Havalimanı uçuş sayıları [HEAŞ, b.t.]



Yıllara göre büyüme rakamlarına baktığımızda uçuş trafiğinde sürekli bir artışın olduğu görülmektedir. Özellikle 2009-2010 yılları arasındaki artışa baktığımızda hizmet verilen uçuş trafik sayısı önceki yılın neredeyse iki katı olmuştur. Bu rakam büyüme hızı açısından tam bir dönüm noktası niteliğindedir.

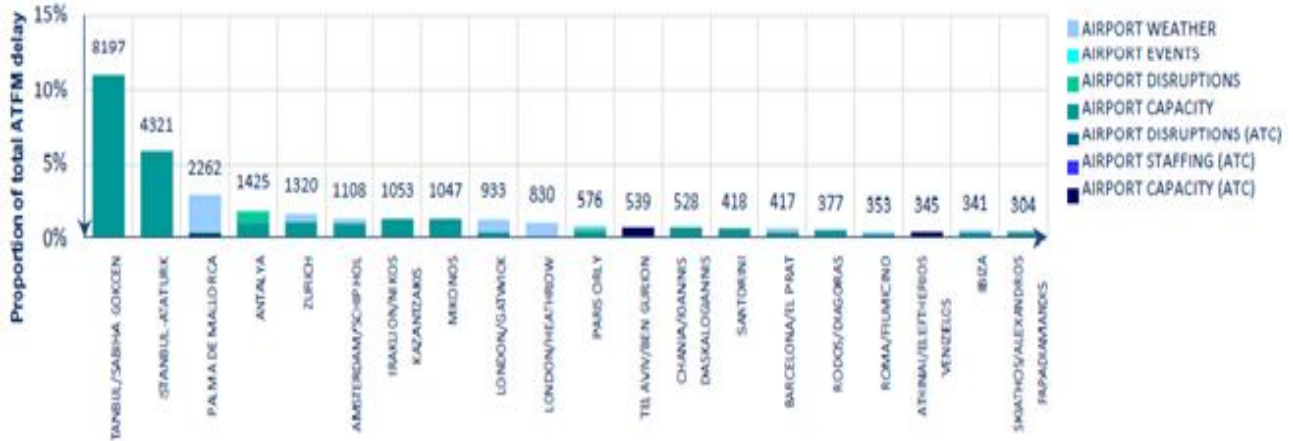
Çizelge 3: 2015 yılı Sabiha Gökçen Havalimanı aylara göre uçuş dağılımı [HEAŞ, b.t.]

	İÇ HAT	DIŞ HAT	TOPLAM
AYLAR	UÇUŞ SAYILARI	UÇUŞ SAYILARI	UÇUŞ SAYILARI
OCAK	8.972	5.673	14.645
ŞUBAT	8.469	5.056	13.525
MART	9.634	5.871	15.505
NİSAN	10.490	6.539	17.029
MAYIS	11.902	6.962	18.864
HAZİRAN	12.108	7.013	19.121
TEMMUZ	13.514	7.930	21.444
AĞUSTOS	14.131	8.247	22.378
EYLÜL	13.173	7.875	21.048
EKİM	12.294	7.514	19.808
KASIM	10.979	6.512	17.491
ARALIK	11.066	6.702	17.768
TOPLAM	136.732	81.894	218.626

Havacılıkta yaz sezonu ve kış sezonu olmak üzere iki tarife dönemi vardır. Yukarıdaki çizelgeye göre 2015 yılı aylık uçuş sayılarında en yoğun dönemi yaz dönemi oluşturmaktadır.

Sabiha Gökçen Havalimanı Uçuşlardaki Gecikme Sayısı: Eurocontrol Avrupa hava sahası ve havalimanlarındaki gecikme ve kapasite sıkıntıları gidermek uğruna sürekli incelemeler yapmaktadır. 2015 yılı Ağustos ayı için aşağıda verilen gecikme grafiği çalışmasında Sabiha Gökçen Havalimanı'nda yaşanan gecikmeli trafik sayısına baktığımızda 20 havalimanı arasında Avrupa'da ilk sırada olduğu görülmektedir. Grafiğin sağ tarafındaki başlıklara baktığımızda havalimanı kapasite yoğunluğu başta olmak üzere olumsuz hava şartları, havalimanındaki yaşanan sıkıntı ve aksaklıklar, hava trafik kontrol hizmetindeki aksaklıklar uçuşlardaki gecikmelerin temel nedenini oluşturmaktadır. Sabiha Gökçen Havalimanı uçuşlarındaki gecikme sayısı neredeyse grafikteki diğer meydanların gecikme sayısının toplamına eşit olmaktadır. Avrupa meydanlarında nadir görülen bizde sık görülen bu gecikmelerin tek sebebi kapasite problemidir.

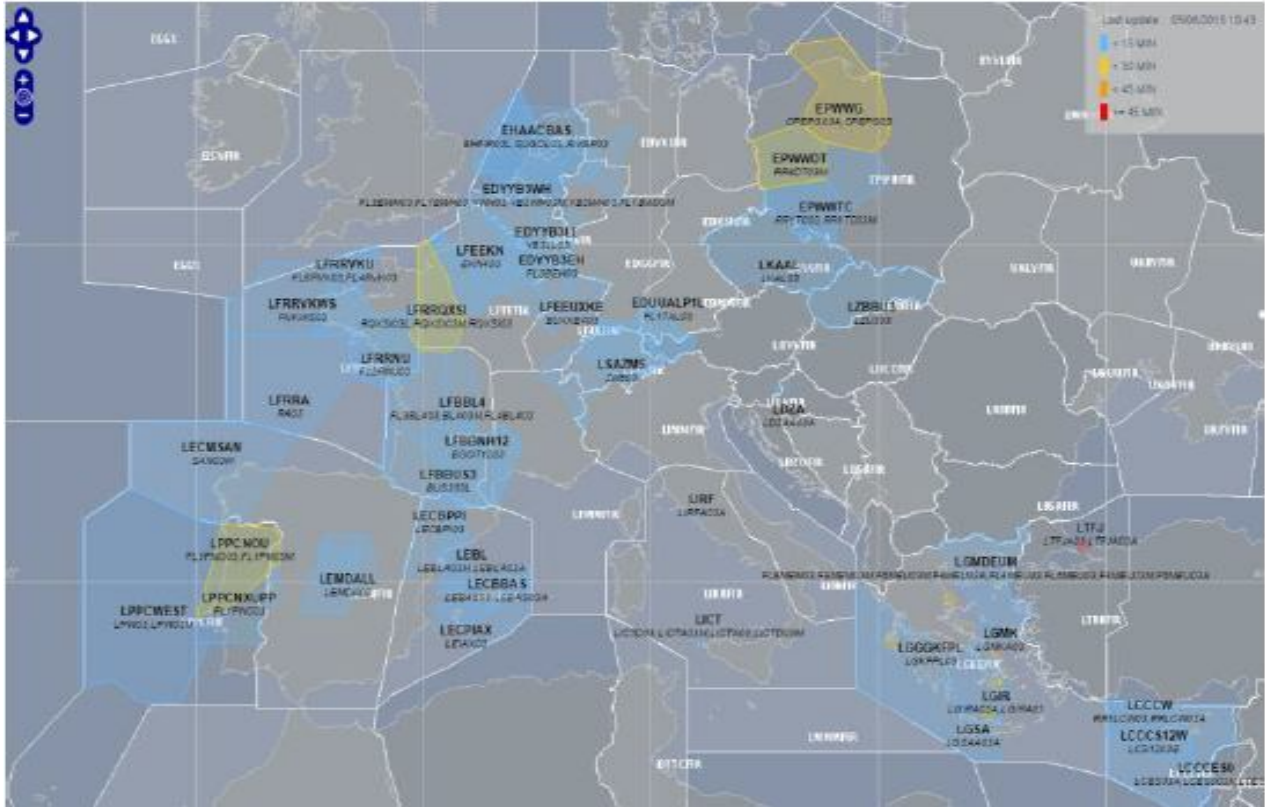
Çizelge 4: Avrupa'daki 20 havalimanının 2015 Ağustos ayı gecikme sayıları grafiği
[EUROCONTROL, 2015]



Sabiha Gökçen Havalimanı Uçuşlardaki Gecikme Süresi: Eurocontrol 2015 yılı için havalimanı uçuş trafiğinde yaşanan gecikme sürelerini;

- < 15 dakika
- < 30 dakika
- < 45 dakika
- => 45 dakika olacak şekilde inceleyerek bir gecikme durum haritası hazırlamıştır.

Eurocontrol'un resmi sitesinde sürekli olarak yayınlanan ve bir örneği aşağıda sunulan Gecikme Durumu Haritası'nda Sabiha Gökçen Havalimanı sürekli olarak 45 dakika ve üzerinde gecikmelerin olduğu meydan olarak görülmektedir.



Şekil 5: 2015 yılı Avrupa'daki havalimanları gecikme durumu haritası
[EUROCONTROL, 2015]

Sabiha Gökçen Havalimanının Pist Kapasite Problemine İlişkin Değerlendirmeler

Sabiha Gökçen Havalimanı mevcut trafiğin büyük yoğunluğunu kuyruk türbülans kategorisi orta ağırlıkta olan dar gövdeli uçaklar oluşturmaktadır. Bu bilgi doğrultusunda saatlik pist kapasitesi ilgili birimler tarafından yapılan hesaplamalarda iniş ve kalkış uçuş trafiği toplamı 32 olacak şekilde belirtilmektedir. Özellikle uçuş yoğunluğunun fazla olduğu 0800L-1200L ve 1700L-2230L saatleri arasında saatlik trafik 40'ın üzerinde rakamlara çıkmaktadır ve diğer saat gruplarında ise 32'ye yakın ve üzeri rakamlar görülmektedir. Artan bu kapasite üstü trafik meydan slotu uygulamasının önemini göstermektedir. Havayolu işleticilerinin çeşitli nedenlerle meydan slotlarına uymamaları sonucunda pist kapasitesinin etkin ve verimli kullanımında sorunlar ortaya çıkmaktadır. Havalimanı otoritesi uluslararası ve ulusal otoritelerinin belirlediği kurallara göre düzenli bakım programları (lastik izi silme-boyama-derz dolgu değiştirilmesi) ile pist üzerinde çalışmalar yaparak uçuşların emniyetli ve düzenli bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaya çalışmaktadır. Sürekli artan trafik sayısının pist üzerinde oluşturduğu etkileri gidermek adına yapılan çalışmalar gelecekte ortaya çıkması muhtemel aksaklıkları önlemeyi, dolayısıyla pist kapasitesinin olumsuz etkilenmemesini amaçlamaktadır.

Hava trafiğinin artmasıyla PAT sahalarında oluşan yoğunluğu yönetmek adına geliştirilmiş yüzey hareketleri rehber ve kontrol sistemi (A-SMGCS - Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems) kurulmuştur. Bu sistemle hava trafik kontrolleri uçakların pistten ayrılıp ayrılmadıklarını net bir şekilde gözlemektedir. Bu durum kapasite yönünden pistin etkin ve verimli kullanımını artırmaktadır.

Sabiha Gökçen Havalimanı otoritesi yoğun trafik nedeniyle teknik iniş ve divert uçuşların tamamına iniş/kalkış, eğitim ve test amaçlı uçuşların iniş-kalkış, meydan turu, alet alçalması ve touch-and-go çalışmalarına izin vermemekle mevcut trafiklerin kapasite kaynaklı problemlerini azaltmaya yönelik çalışmalar yapmaktadır.

Sabiha Gökçen Havalimanı'nın Atatürk Havalimanı ile olan yaklaşma paterni yakınlığı, doğal maniyadan dolayı sadece güneyden meydan turu yapılması (Aydos tepesi), konumdan dolayı vahşi yaşamla mücadelenin oluşturduğu risk, pist kat ediş uygulamaları, radyo muhabere kaybı, uçuşlarda Standart Instrument Departure (SID) ve Standart Arrival (STAR) rotalarının kullanılabilirliği, rüzgarın yönünün değişmesinden dolayı pist kullanımındaki değişiklik, meteorolojik hadiseden dolayı pist üzerinde oluşan birikintinin türü ve miktarı pist kapasitesini olumsuz etkilemektedir.

Ayrıca pilotların tecrübe, eğitim eksikliği, havalimanını tam olarak bilmemeleri ve pist meşguliyet süreleri de kapasitenin etkin ve verimli yönetilememesine sebep olmaktadır.

SONUÇ

Çalışmanın sonucunda havalimanlarında pist kapasitesini etkileyen durumlar göz önüne alınarak Sabiha Gökçen Havalimanı'nın mevcut pisti ile gerçekleşen uçuş sayısı mukayese edilmiştir. Uçuş değerlerine göre kapasite yönetiminin ne derece etkin ve verimli uygulandığı araştırılmıştır. Havalimanının tek pisti olduğu pist yüzeyinde meydana gelen hasarların onarımı için belli dönemlerde haftanın belirli günleri belirlenmiş saatlerde pist bakım çalışmalarının yapılması için Notam'la (havacılara herhangi bir tehlikenin varlığını bildiren yayın) havalimanı iniş kalkış trafiğine kapatılmaktadır. Bu durum her ne kadar kapasiteyi tam anlamıyla etkilemese de uçuşların gecikmelerinde dolaylı bir etken olduğu sonucuna varılmıştır. Ama her ne kadar kapasitenin etkin ve verimliliği için çalışmalar yapılsa da uçuşların emniyetli ve güvenli bir şekilde gerçekleşmesi için bu kapalılığın gerekli olduğu gözlemlenmiştir. Havayolları ve slot koordinasyon merkezi meydan slotu (saat dilimlerine uçuşların dağılımını yapmak) uygulamasında 24 saatlik zaman dilimini daha etkin kullanmak adına özellikle uçuşun yoğun olmadığı saat dilimi varsa uçuşları o zaman grubuna kaydırarak çalışmalar yapılmalıdır. Bu uygulamayla hem havayollarının maddi kayıpları azaltılacak ve hem de uçuşlardaki gecikmeler asgari seviyeye indirilerek yolcu mağduriyetleri giderilecektir. Havalimanı yönetimi; havacılık otoriteleri ve havayolu temsilcileriyle toplantılar düzenleyerek

gerekli sorunları masada görüşüp çözüm odaklı çalışmalar yapmaya devam etmelidir. Bu çalışmalar istinaden şu anda mevcut hızlı çıkış taksi yollarına ilave olarak 06 ve 24 doğrultusunda iki adet hızlı çıkış taksi yolu yapımına karar verilmiş ve çalışmalara başlanmıştır. Kapasite sorunlarını neredeyse sıfır seviyesine getirecek ve mevcut kapasitenin artmasına da olanak sağlayacak ikinci pist için de gerekli ihale şartları tamamlanmış ve yüklenici firma alt yapı çalışmalarına başlamıştır.

Kaynaklar

- ACI. (Ekim, 2015). *Europe position paper on airport capacity*. Erişim Tarihi: 08 Nisan 2016, https://www.aci-europe.org/policy/position_papers.html?view=group&group=1&id=.
- Arslan, A. (2002). *Kamu Harcamalarında Verimlilik, Etkinlik ve Denetim*. Erişim Tarihi: 01 Ağustos 2016, http://dergiler.sgb.gov.tr/calismalar/maliye_dergisi/yayinlar/md/md140/Kamu%20Harcamaları%20_A.%20ARSLAN_.pdf
- BULUT, İ. E. (b.t.) *Kuyruk Rüzgar Türbülansı, Wake Türbülans*. Erişim Tarihi: 03 Ağustos 2016 <http://sanalpilot.blogspot.com.tr/2014/02/kuyruk-ruzgar-turbulans-wake-turbulence.html>
- Cavcar, A., Özkul. (1998) AE. *Hava Trafik Akış Planlaması İçin Karar Destek Sistemi ve Türkiye İçin Öneriler*. Erişim Tarihi: 08 Ağustos 2016, <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/11666.pdf>
- Demiröz, G. (Kasım, 2015). *Uçak Performansları ve Hava Trafik*. Erişim Tarihi: 06 Ağustos 2016, <http://www.uteddergi.com/tr/menu/teknik/ucak-performanslari-ve-hava-trafik.htm>
- Demiröz, G. (Mayıs, 2016). *Havacılık ve Meteoroloji*. Erişim Tarihi: 07 Ağustos 2016, <http://uteddergi.com/tr/menu/teknik/havacilik-ve-meteoroloji.htm>
- DHMi. (12 Kasım 2015). *AIP Turkey*. Erişim Tarihi: 05 Ağustos 2016, <http://www.dhmi.gov.tr/>
- DHMi. (2011). *Havacılık Terimleri Sözlüğü*. Erişim Tarihi: 02 Ağustos 2016, <http://www.dhmi.gov.tr/dosyalar/pdf/DHMi-Havacilik-Terimleri-Sozlugu.pdf>
- DHMi.(b.t.). *Meydan Kontrol*. Erişim Tarihi: 06 Ağustos 2016, <http://www.htks.org/htks/documents/MEYDAN%20KONTROL.pdf>
- EUROCONTROL. (Ağustos, 2015). *Monthly Network Operations Report*. Erişim Tarihi: 09 Ağustos 2016, <http://www.eurocontrol.int/publications/network-operations-report-august-2015>
- EUROCONTROL. (03 Nisan 2012). *Runway capacity*. Erişim Tarihi: 05 Ağustos 2016, http://www.eurocontrol.int/lexicon/lexicon/en/index.php/Runway_capacity
- HEAŞ. (b.t.). *Havalimanı Yolcu ve Uçuş İstatistikleri*. Erişim Tarihi: 04 Ağustos 2016, <http://www.sgairport.com/sabiha-gokcen-havalimani/havalimani-yolcu-ve-ucus-istatistikleri>
- HEAŞ. (b.t.). *Şirket Tarihçesi ve Kuruluş Bilgileri*. Erişim Tarihi: 03 Ağustos 2016, <http://www.sgairport.com/kurumsal/tarihce>
- IATA. (2013). *Managing Scarce Airport Capacity: Airport Slots & Worldwide Slot Guidelines (WSG)*. Erişim Tarihi: 08.04.2016, <https://www.iata.org/policy/infrastructure/slots/Documents/position-paper-slots.pdf>
- IVAO. (04 Ekim 2014). *Pist Kullanımı*. Erişim Tarihi: 06 Ağustos 2016 https://ivaotr.org/downloads/documents/pilot-atc/PP_ADC_use_the_runway2.pdf
- NASA. (b.t.). *Airport Markings*. Erişim Tarihi: 05 Ağustos 2016, <http://virtualskies.arc.nasa.gov/communication/3.html>

Oktal, H., Yaman, K. (2004). Haberleşme, Seyrüsefer, İzleme ve Hava Trafik Yönetim, Teknolojisi (CNS/ATM) ve Bu Sistemin Türk Hava Sahasına Uygulanması. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 1(3), 39-47.

Pekcanattı, F. (2006). *İstanbul Atatürk ve Sabiha Gökçen Havalimanının Kapasite, Talep Değerlendirmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

SHGM. (2010a). *Annex14 Havaalanları Cilt1 Havaalanı Tasarımı ve İşletimi*. Erişim Tarihi: 04 Ağustos 2016, http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/yayinlar/Annex_14_Cilt-1_2.Baski-Kasim2010.pdf

SHGM. (2010b). *Havaalanlarında Kapasite Kriterleri (HAD/T-12)*. Ankara: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü.

Tutar, H. (b.t.). *İşletme kapasitesi ve Kapasite Türleri*. Erişim Tarihi: 25 Temmuz 2016, <http://docplayer.biz.tr/4031769-Unite-isletme-bilimlerine-giris-icindekiler-hedefler-isletme-kapasitesi-ve-kapasite-turleri-doc-dr-hasan-tutar.html>

UBAK. (2007). *Havameydanları Planlama ve Tasarım Teknik Esasları*. Erişim Tarihi: 24 Temmuz 2016, http://www.ubak.gov.tr/BLSM_WIYS/DLH/tr/DOKUMANLAR/20100416_100647_10288_1_10315.pdf

Uygur, M. (2002). *İstanbul Atatürk Havalimanı Kapasite Bağlamında Üçüncü Pistin Değerlendirilmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.