

UÇAK KUYRUK TÜRBÜLANS KATEGORİLERİNDE YENİLİKLER VE HAVA TRAFİK YÖNETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Alper Ören*

Hava Astsubay Meslek Yüksekokulu,
Teknik Programlar Bölüm Başkanlığı,
Hava Trafik Kontrol Programı,
İzmir
alperoren@hotmail.com

Özlem Şahin

Yrd. Doç. Dr.,
Anadolu Üniversitesi,
Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi,
Hava Trafik Kontrol Bölümü,
Eskişehir
osahin5@anadolu.edu.tr

ÖZ

Pist kapasitesinin, iniş ve kalkış yapan uçaklar arasındaki kuyruk türbülansı ayırma değerleri ile bağlantılı olması nedeniyle, Avrupa Hava Seyrüsefer Güvenliği Teşkilatı (EUROCONTROL-The European Organization for The Safety of Air Navigation) ve Federal Havacılık Dairesi (FAA-Federal Aviation Administration) şu an kullanılan Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO-International Civil Aviation Organization) kuyruk türbülansı ayırma değerlerinin emniyetli; fakat aşırı muhafazakar olduğunu düşünmektedir. Bu amaçla, kuyruk türbülansı kategorileri ve ilgili ayırma değerlerinin tekrar düzenlenmesi (RECAT/Re-Categorization) çalışmalarına başlanılmış ve halen önemini sürdürerek devam ettirilmektedir.

Bu çalışmada, RECAT gereksinimi ve ortaya çıkış süreci ile beraber yenilenen ayırma değerleri incelenecek, hava trafik yönetimi açısından değerlendirilecek ve konunun hava sahası kullanıcıları için faydaları ve uygulamaya geçiş süreci tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Hava trafik yönetimi, kuyruk türbülansı, pist kapasitesi

NOVEL APPROACH TO WAKE TURBULENCE CATEGORIES AND EFFECTS ON AIR TRAFFIC MANAGEMENT

ABSTRACT

The runway capacity depends on the wake turbulence categories and separation standards of arriving/departing aircraft. Currently, ICAO wake turbulence separation standards are applied all around the world. According to EUROCONTROL and FAA, current separation standards are safe but, on the other hand they are over conservative. Therefore, they have developed re-categorization of ICAO wake turbulence categories and called "RECAT".

In this paper, the process and the requirement of RECAT are described. Afterwards, wake turbulence re-categorization and separation standards are reviewed and their effects are introduced from the point of air traffic management. Finally, the benefits and application of RECAT in terms of airspace users are discussed.

Keywords: Air traffic management, wake turbulence, runway capacity

* İletişim Yazarı

Geliş tarihi : 25.03.2016

Kabul tarihi : 06.10.2016

Ören, A., Şahin, Ö. 2016. "Uçak Kuyruk Türbülansı Kategorilerinde Yenilikler ve Hava Trafik Yönetimi Üzerindeki Etkileri," Mühendis ve Makina, cilt 57, sayı 680, s. 42-50.

1. GİRİŞ

Kuyruk türbülansı, hava aracının uçmak için ürettiği taşıma kuvvetinin sonucu olarak kaçınılmaz şekilde oluşmaktadır [1]. Kalkış, yaklaşma ve iniş safhalarında birbirini takip eden uçaklar için kuyruk türbülansı muhtemel bir tehlike faktörüdür ve uçaklar arasındaki ayırmayı etkileyen en önemli kısıtlardan birisidir. Bu nedenle ICAO, emniyetli uçuş operasyonlarını sağlamak amacıyla yaklaşma, iniş ve kalkış safhaları için öndeki ve onu izleyen arkadaki uçak arasında olması gereken ayırma değerlerini belirlemiştir [1]. Hava trafiğinin yönetiminde bu ayırma kuralları kontroller tarafından uygulanmaktadır.

Bilindiği üzere, hava trafik talebi giderek artış göstermektedir. Artan trafik talebinin karşılanması için mevcut havaalanı kapasitenin artırılması gerekmektedir. Yaşanan kapasite problemleri gerek küresel, gerekse bölgesel boyutta havayolları ve havaalanı operatörleri için çözüme kavuşturulması gereken bir konu haline gelmiştir [2].

Havaalanı kapasitesini kısıtlayan en temel faktör pisttir. Bu nedenle, pist kapasitesinin etkin ve verimli şekilde kullanılması önemlidir [4].

Pist kapasitesi, belirli şartlar altında, bir pistin veya pist kombinasyonlarının kabul edilebilir derecede ve emniyet prensibini ihlal etmeyecek şekilde hizmet verebileceği saatteki uçak operasyon (kalkış, iniş ya da bunların kombinasyonları) sayısı olarak tanımlanmaktadır [2].

Bir havaalanında pist ya da pist kombinasyonlarının saatlik kapasitesini etkileyen faktörler şu şekilde sıralanabilir:

- Pist düzenlemesi,
- Taksi yolu sistemi,
- Park sahaları ve kapılar,
- Pist kullanım süresi,
- İniş ve kalkış yapacak olan uçak kombinasyonları,
- Meteorolojik şartlar,
- İniş/Kalkış oranları,
- Sağlanan minimum ayırma değerleri,
- Hava trafik kontrol usulleri ve
- Gürültü azaltma yöntemleridir [3].

Pist kapasitesinin etkili ve en verimli kullanımı ise doğrudan uçaklar arasındaki minimum ayırma değerleri ile bağlantılıdır [4]. Uçaklar arasında olması gereken minimum ayırma değerleri ve kuyruk türbülansı ayırma kriterleri, hava sahası tasarımı ve uçak performansları dikkate alınarak ICAO Hava Seyrüsefer Hizmetleri için Prosedürler- Hava Trafik Yönetimi (Procedures for Air Navigation Services — Air Traffic Management -PANS-ATM, Doc 4444) dokümanında verilmiştir.

Yapılan istatistiksel çalışmalar ve gelecek tahminlerine göre, 2025 yılında hava trafiğinin şu anki trafiğe göre iki kat büyüyeceği öngörülmektedir [7]. Günümüzde özellikle yoğun havaalanlarının pist kapasitesi genellikle uçaklar arasındaki olması gereken iniş/kalkış ayırma kuralları ile kısıtlanması nedeniyle [1], kapasite problemlerinin çözülmesinde mevcut kuyruk türbülansı ayırma standartlarının kabul edilebilir emniyet seviyesinde değiştirilmesi çözüm yöntemlerinden birisi olarak düşünülmektedir [8]. 2005 yılında FAA ve EUROCONTROL, kuyruk türbülansı kategorilerinin yeniden belirlenmesi (RECAT) yönünde proje çalışmalarına başlamıştır.

Uçuşun iniş ve kalkış safhaları dikkate alındığında, kuyruk türbülansı kategorileri ve kuyruk türbülansı ayırma kriterleri özellikle Avrupa ve Amerika bölgeleri arasında, önemli derecede farklılıklar göstermektedir.

ICAO, kuyruk türbülansı kategorilendirmesini, uçakların onaylanmış maksimum kalkış ağırlıklarını dikkate alarak üçe ayırmıştır. Maksimum kalkış ağırlığı 136.000 kg veya üzerindeki tüm uçak tipleri için **Ağır (Heavy)**, 136.000 kg'dan az 7.000 kg'dan fazla uçak tipleri için **Orta (Medium)**, 7.000 kg veya daha az olan uçak tipleri için **Hafif (Light)** olarak kategorilendirmektedir [5]. ICAO'nun yaklaşma ve iniş safhalarında kullanılmasını önerdiği kuyruk türbülansı ayırmaları Tablo 1'de verilmiştir. Aşağıdaki durumlarda Tablo 1'de verilen değerler aynen uygulanacaktır:

- Bir uçak diğer bir uçak ile aynı seviyede ya da 1000 ft'ten (300m) daha az altta uçuyorsa
- Her iki uçak aynı pistten ya da birbirlerine olan uzaklıkları 760 m'den az olan paralel pistlerden kalkıyorsa
- Bir uçak diğer bir uçağın rotasını aynı irtifada arkadan ya da 1000 ft'ten (300m) daha az alttan kat ediyorsa

Airbus A380 tipi uçağın havacılıkta yerini alması bir dönüm noktası olarak değerlendirilmiş ve kuyruk türbülansı kategorileri yeniden tasarlanmıştır. Tablo 1'de yer alan kategori ve ayırma değerlerine ilave olarak dördüncü bir kategori olan Süper (Super) eklenmiştir. Airbus A380 uçağının da dâhil ol-

Tablo 1. ICAO Kuyruk Türbülansı Ayırması (Airbus A380 Öncesi) [5]

		ARKADAKİ UÇAK (NM)		
		Ağır	Orta	Hafif
ÖNDEKİ UÇAK (NM)	Ağır	4	5	6
	Orta	MRS	MRS	5
	Hafif	MRS	MRS	MRS

duğu ayırma değerleri ise Tablo 2’de gösterilmektedir. Tablo 2’de, operasyonel şartlara bağlı olan minimum ayırma değeri (MRS-Minimum Radar Separation) 3 NM olarak kabul edilmektedir. Kuyruk türbülans ayırmalarına ihtiyaç olmaması durumunda ICAO tarafından 3 NM olarak tanımlanan MRS değerleri aşağıda yer alan durumlar karşısında 2,5 NM mesafeye kadar azaltılmaktadır. Bu şartlar aşağıdaki gibidir:

- Teorik bir modele dayalı olarak veri toplama ve istatistiksel analiz ve yöntemler gibi şekillerde iniş yapan bir uçağın ortalama pist kullanım süresinin 50 saniyeyi aşmayacağı kanıtlanmışsa;
- Pist frenleme durumu iyi olarak raporlanmış ve pist kullanım süreleri, sulu kar, kar ya da buz gibi pist yüzeyini etkileyici maddeler tarafından olumsuz biçimde etkilenmiyorsa;
- Uygun azimut açılı ve geniş çözünürlüklü bir radar sistemi ile 5 saniyelik ya da daha az bir güncelleme oranı, uygun radar ekranları ile yeterli kombinasyon içerisinde kullanılıyorsa;
- Hava trafik kontrolörü, görsel olarak ya da yüzey hareket radarı veya bir yüzey hareket rehberi ve kontrol sistemi aracılığıyla, kullanılan pisti ve ilgili taksi yolları çıkış ve girişini gözleyebiliyorsa;
- Uçakların son yaklaşma hızları, hava trafik kontrolörü tarafından yakından izleniyor ve gerekli görüldüğünde, ayırmanın minimumun altına düşürülmemesini sağlamak üzere düzeltiliyorsa;
- Uçak operatörleri ve pilotlar, son yaklaşımda her ne zaman azaltılmış ayırma minimumu uygulanıyorsa, süratli bir şekilde pistten çıkmaları gerektiğinin tamamen farkındalarsa;
- Azaltılmış minimum uygulamasına ilişkin prosedürler, Türkiye Havacılık Bilgi Yayını’nda (AIP- Aeronautical Information Publication) yayımlanıyorsa [5].

FAA ise kuyruk türbülans kategorilendirilmesini, uçakların onaylanmış maksimum kalkış ağırlıklarını dikkate alarak

Tablo 2. Güncel ICAO Kuyruk Türbülans Ayırması [5]

ÖNDEKİ UÇAK (NM)	ARKADAKİ UÇAK (NM)			
	Süper	Ağır	Orta	Hafif
Süper	MRS	6	7	8
Ağır	MRS	4	5	6
Orta	MRS	MRS	MRS	5
Hafif	MRS	MRS	MRS	MRS

Tablo 3. Güncel FAA Kuyruk Türbülans Ayırması [6]

ÖNDEKİ (NM)	ARKADAKİ (NM)				
	Süper	Ağır	B757	Büyük	Küçük
Süper	MRS	6	7	7	8
Ağır	MRS	4	5	5	6
B757	MRS	4	4	4	4
Büyük	MRS	MRS	MRS	MRS	4
Küçük	MRS	MRS	MRS	MRS	MRS

beşe ayırmıştır. Buna göre, maksimum kalkış ağırlığı 136.000 kg veya üzerindeki tüm uçak tipleri **Ağır (Heavy)** olarak kategorilendirilmektedir. Ancak Airbus A380 ve Antonov AN225 tipi uçaklar için Ağır kategorinin üzerinde ICAO kategorilendirilmesinde olduğu gibi yeni bir kategori yaratılmış ve **Süper (Super)** adını almıştır. 136.000 kg’dan az 7.000 kg’dan fazla uçak tipleri **Büyük (Large)** olarak kategorilendirilmektedir. FAA ile ICAO kategorileri arasındaki en temel farklılıklarından birisi Boeing B757 uçak tipi için geçerlidir. Her ne kadar Boeing B757, **Büyük (Large)** kategorisinde yer alsada da FAA ara bir kategorilendirme yaparak Boeing B757 uçağını ayırmıştır. 7.000 kg veya daha az olan uçak tipleri ise **Küçük (Small)** olarak kategorilendirilmektedir [9]. FAA’nın yaklaşma ve iniş safhalarında kullanılmasını önerdiği kuyruk türbülans ayırmaları Tablo 3’te verilmiştir.

Tüm bu geleneksel kategoriler ve bu kategoriler arasındaki ilgili ayırma değerleri, yaklaşık olarak 40 yıl öncesinde yayımlanmış ve halen günümüzde geçerliliğini korumaktadır; fakat bu aşırı muhafazakâr ayırma değerlerinin yoğun havaalanlarında kapasiteyi kısıtladığı görülmektedir. Bu nedenle, kuyruk türbülans kategorilerinin yenilenmesi ve ilgili ayırma değerleri için yapılan değişiklikler izleyen bölümlerde incelenecektir.

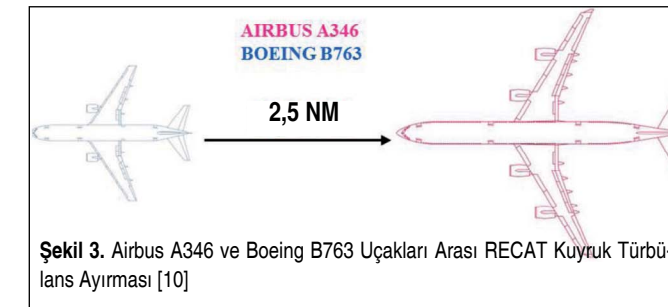
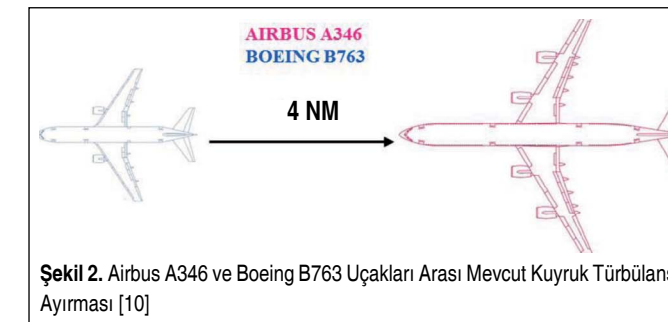
2. UÇAK KUYRUK TÜRBÜLANS KATEGORİLERİNİN YENİLENMESİ

Uçakların kuyruk türbülans kategorilerinin yeniden belirlenmesi ve ilgili kuyruk türbülans ayırma değerlerinin yenilenmesi (RECAT) ile havaalanlarının, bununla beraber pist ve pist kombinasyonlarının iniş ve kalkış kapasitesinin emniyetli şekilde artırılması amaçlanmaktadır [10].

Maksimum kalkış ağırlığı 156.000 kg olan Airbus A388 (Airbus A380-800) tipi uçağın hava trafik yönetim sürecine dahil olmasıyla birlikte, kuyruk türbülans ayırma tasarımında yeni bir yaklaşım getirilmiştir. En geniş ve ağır yolcu uçağı olan Airbus A380 uçağının üretmiş olduğu kuyruk türbülansı gerçekte, **Ağır (Heavy)** kuyruk türbülansı kategorisindeki

bir uçağa göre daha fazladır. Öte yandan halen kullanımda olan ya da üretim aşamasında olan uçakların da geleneksel anlamda kuyruk türbülans kategorilendirilmesi, hava sahası yönetiminde geleneksele bağlı kalınmasına sebep olmuştur. Bu nedenle, 40 yıl öncesine dayanan geleneksel ICAO kuyruk türbülans kategorilendirme ve ayırma değerlerinin yeniden gözden geçirilerek yenilenmesine ve bu kapsamda ICAO, EUROCONTROL, FAA, EASA ve AIRBUS temsilcilerden meydana gelen bir çalışma grubu oluşturulmasına karar verilmiştir [11].

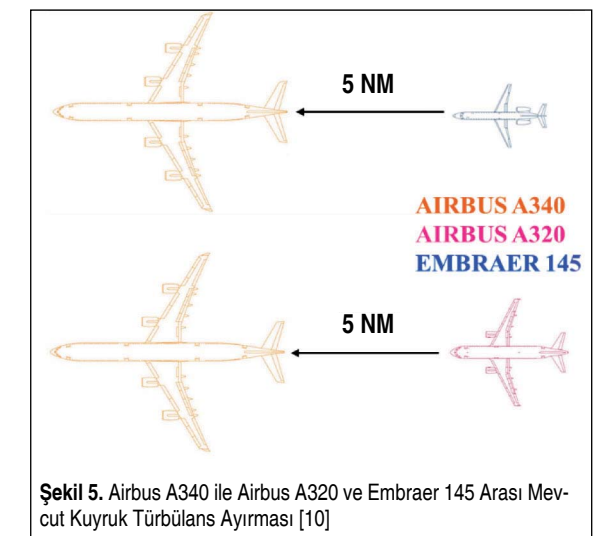
Uçakların yeniden kategorilendirilmesinde MTOW ve kanat açıklığı gibi fiziksel özellikleri ile yaklaşma hızı gibi performans özellikleri kullanılmıştır [7]. Mevcut durumda halen geçerli olan ICAO kategorilerinde **Ağır (Heavy)** kategorisinde yer alan Airbus A346 uçağının kanat açıklığı ile Boeing B763

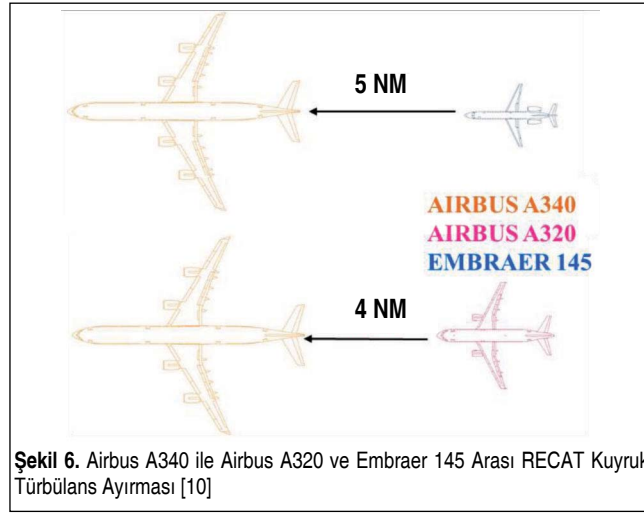


uçağının kanat açıklığı karşılaştırıldığında, aralarındaki farkın 15 metre civarında olduğu Şekil 1’de görülmektedir.

Boeing B763 uçağının öndeki uçak olması durumunda, ICAO ayırma kurallarına göre Şekil 2’de gösterildiği gibi, 4 NM’lik bir ayırma uygulanması gerekir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, ayırma değerleri aşırı muhafazakâr olarak görülmekte ve bununla beraber pist kapasitesi kayıplarını da beraberinde getirmektedir. Halbuki RECAT’e göre aynı durum için ayırma değeri Şekil 3’te 2.5 NM olarak belirlenmiş ve bu durum hem emniyetli hem de verimli olarak değerlendirilmiştir [10].

Başka bir örnek vermek gerekirse, hem Airbus A320 uçağı hem de Embraer 145 uçağı ICAO kuyruk türbülans kategorilendirmesinde **Orta (Medium)** kategorisinde yer alan Airbus A320 uçağının kanat açıklığı ile Embraer 145 uçağının kanat açıklığı karşılaştırıldığında, aralarındaki farkın 12 metre civarında olduğu Şekil 4’te görülmektedir [10].





Şekil 6. Airbus A340 ile Airbus A320 ve Embraer 145 Arası RECAT Kuyruk Türbülans Ayırması [10]

Mevcut ICAO kuyruk türbülans ayırmasında Airbus A340 uçağının arkasından Airbus A320 uçağı ya da Embraer 145 uçağı gelmesi durumunda, ayırma değeri Şekil 5'te gösterildiği gibi 5 NM olmalıdır [10].

RECAT'a göre ise Airbus A340 uçağı ile Airbus A320 uçağı arasında ayırma değeri Şekil 6'da gösterildiği gibi 4 NM, Embraer 145 uçağı arasında ise 5 NM ayırma değeri olması hem emniyetli hem de daha verimlidir [10].

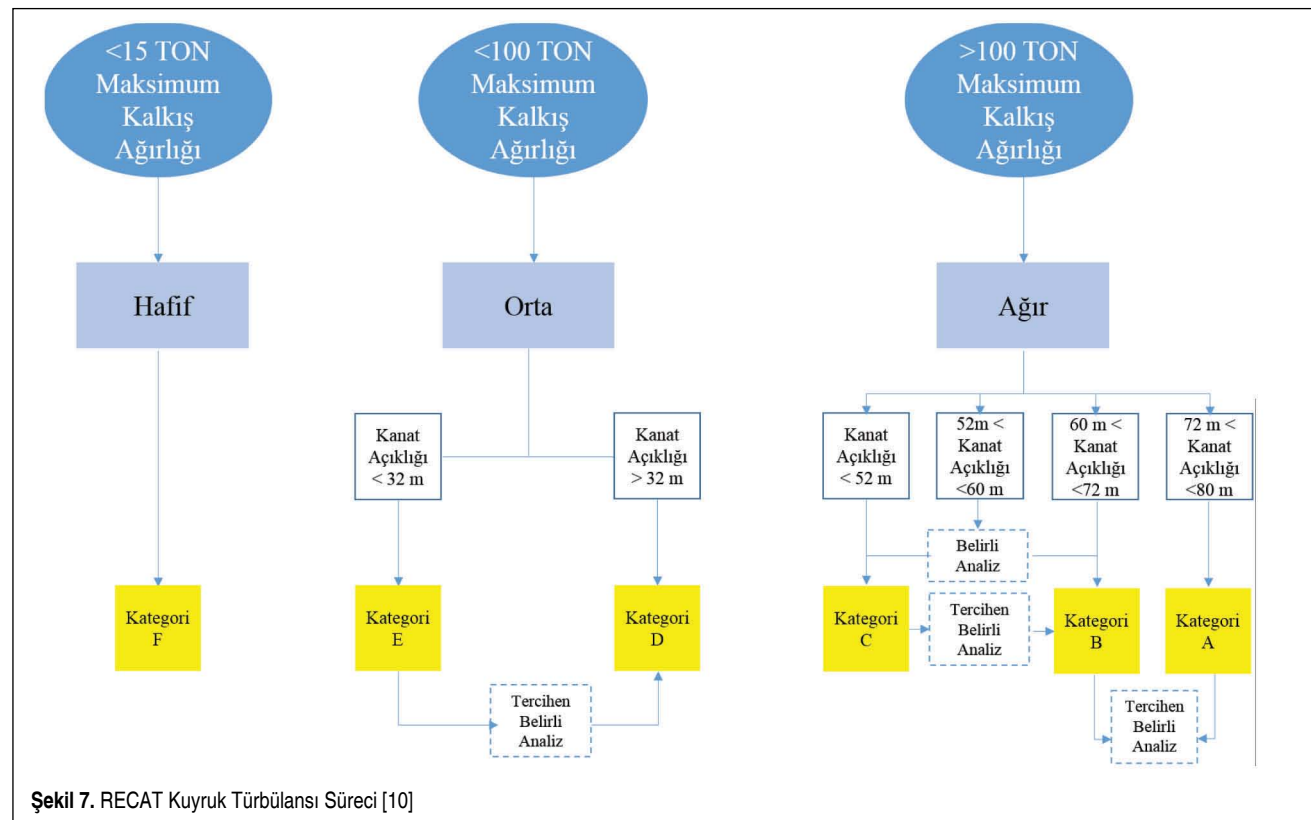
Yukarıda açıklanan durumları göz önünde bulundurarak, hava trafik akışında oluşmaya başlayan kapasite sıkışıklığını gider-

mek için meydana getirilen çalışma grubu tarafından bir AR-GE projesi başlatılmıştır. Bu kapsamda, kuyruk türbülans risk değerlendirmesi, ölçümler ve analizler yapılarak farklı uçak kanat geometrileri ve son yaklaşma hızlarının incelenmesine karar verilmiştir. Verilerin toplanması sürecinde, Heathrow (EGLL) ve Frankfurt (EDDF) havalimanları pilot bölge olarak seçilmiş ve durum çalışmaları yapılmıştır [10].

RECAT ile, en geniş kanat açıklığından en küçük kanat açıklığına doğru sırasıyla Kategori A-B-C-D-E ve F olmak üzere Şekil 7'de gösterilen toplam altı adet yeni kuyruk türbülans kategorisi meydana getirilmiştir. RECAT'ta Airbus A380 tipi uçak için Süper Ağır (Super Heavy) kategorisi mevcuttur. Bununla beraber, mevcut durumda yer alan Ağır (Heavy) ve Orta (Medium) kategorileri için ise Yüksek (Upper) ve Alçak (Lower) olmak üzere iki alt kategoriye ayrılmıştır. Mevcut ve yeni uçak tiplerinin kategorilendirilmesinde kullanılan kriterler ve örnek uçak tipleri Şekil 7 ve Şekil 8'de gösterilmektedir.

RECAT kuyruk türbülans ayırma değerleri Tablo 4'te yer almaktadır.

EUROCONTROL tarafından yapılan düzenlemelerin paralelinde, eş zamanlı olarak da FAA da uçak kategorilendirmesini yeniden yapılandırmıştır. Benzer şekilde, en geniş kanat açıklığından en küçük kanat açıklığına doğru sırasıyla Kategori A-B-C-D-E ve F olmak üzere toplam altı adet yeni kuyruk



Şekil 7. RECAT Kuyruk Türbülans Süreci [10]



Şekil 8. RECAT Kuyruk Türbülans Örneği Uçak Tipleri [10]

Tablo 4. RECAT Kuyruk Türbülans Ayırması [10]

		ARKADAKİ UÇAK (NM)					
		Süper Ağır	Yüksek Ağır	Alçak Ağır	Yüksek Orta	Alçak Orta	Hafif
ÖNDEKİ UÇAK (NM)	Süper Ağır	3	4	5	5	6	8
	Yüksek Ağır		3	4	4	5	7
	Alçak Ağır		MRS	3	3	4	6
	Yüksek Orta						5
	Alçak Orta						4
	Hafif						3

Tablo 5. FAA RECAT Kuyruk Türbülans Ayırması [12]

		ARKADAKİ UÇAK (NM)					
		A	B	C	D	E	F
ÖNDEKİ UÇAK (NM)	A	MRS	5	6	7	7	8
	B	MRS	3	4	5	5	7
	C	MRS	MRS	MRS	3,5	3,5	6
	D	MRS	MRS	MRS	MRS	MRS	5
	E	MRS	MRS	MRS	MRS	MRS	4
	F	MRS	MRS	MRS	MRS	MRS	MRS

Tablo 6. ICAO RECAT Kuyruk Türbülans Ayırması Değişimleri [10]

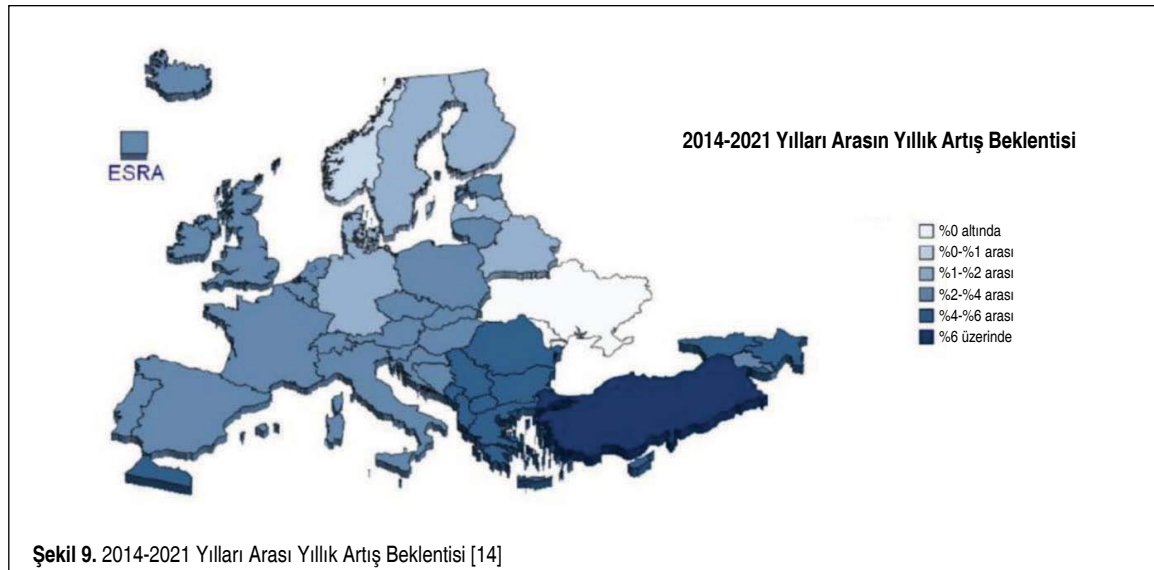
		ARKADAKİ UÇAK (NM)					
		Süper Ağır	Yüksek Ağır	Alçak Ağır	Yüksek Orta	Alçak Orta	Hafif
ÖNDEKİ UÇAK (NM)	Süper Ağır	+0,5	-2	-1	-2	-1	
	Yüksek Ağır		-1		-1		+1
	Alçak Ağır		-1 (-1,5)	-1	-2	-1	
	Yüksek Orta						
	Alçak Orta						-1
	Hafif						+0,5

3. RECAT UYGULAMASI VE YARARLARI

Havacılıkta artan talep karşısında yapılan ve gelecekte yapılması planlanan düzenlemelerin temelinde, gecikmeye bağlı kapasite yetersizliklerini azaltarak gerek hava sahasının, gerekse pistin en verimli şekilde kullanılması düşüncesi bulunmaktadır. EUROCONTROL tarafından hazırlanan 2014 yılı Performans İzleme Raporu (Performance Review Report - PPR) verilerine göre, trafik artışının Şekil 9'da gösterildiği biçimde olması beklenmektedir [14]. Bu kapsamda, artan trafik hacminin havaalanlarında yaşanan gecikmelerin sürelerini de arttıracakları öngörülmektedir.

Yaşanan gecikmeleri azaltarak kapasiteyi artırma çalışmaları kapsamında ortaya çıkan uçak kuyruk türbülans kategorilerinin yenilenmesi uygulamalarında ilk bulguların olumlu ve bununla birlikte geliştirmeye açık olduğu belirtilmiştir [15].

Öncelikle RECAT düzenlemesi ile beraber yapılan modelleme çalışmaları kapsamında uygulamanın gerçek hayata geçirilmesi ile beraber pist kapasitesinde operasyonel anlamda %5'e yakın artış yaşanması öngörülmektedir [10]. Bu yüzdelik artışın havaalanındaki trafik sayısına etkisi incelendiğinde ise yaklaşık olarak 20 adet daha fazla trafiğin günlük olarak hizmet alması beklenmektedir [16]. Benzer şekilde, düzenlemenin, özellikle uçuşun geliş ve kalkış safhalarında trafik sayılarında artış ve beraberinde toplam uçuş zamanlarında bir azalmanın meydana gelmesi beklenmektedir. Bu beklentinin hava trafik kontrolörlerine hava sahası yönetimi konusunda esneklik sağlaması da beklenmektedir [10]. RECAT düzenlemesi, Atlanta Uluslararası Havalimanı'nda (KATL) 2014 yılında başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Bu uygulama sonucunda, terminal kontrol sahası içerisinde geliş trafiklerinde %5'e varan bir artış meydana gelmiştir. Bunun yanı sıra, geliş trafikleri için kuyruk türbülansı ayırma değerlerinin azaltıl-



ması, uçuş zamanlarında da bir azalma sağlamış ve uçak başına yaklaşık olarak 29 sn.lik bir kazanç elde edilmiştir. Delta Havayolları, Atlanta Uluslararası Havalimanı'nda yaşanan bu düzenlemelerin yılda yaklaşık olarak 13,9 milyon dolar ile 18,7 milyon dolar arasında bir maddi kazanç sağlayabileceğini belirtmiştir. Öte yandan FedEx yetkilileri, Memphis Uluslararası Havalimanı'nda (KMEM) RECAT düzenlemesinin kapasitede %17'lik bir artış sağlarken, emisyon hacminde ve gaz salınımında belirgin seviyede bir azalma sağladığını açıklamıştır [15].

Öte yandan 2016 yılının ilk çeyreğinde Paris Charles de Gaulle Havalimanı'nda (LFG) RECAT düzenlemesine geçilmesi ve Avrupa'nın bu alanda ilk havalimanı olması konusunda çalışmalar devam etmektedir [16].

RECAT düzenlemesinin hayata geçirilmesi kapsamında, operasyonel anlamda bazı gereksinimler ve alınması gereken bazı tedbirler mevcuttur. Ancak burada açıkça belirtilmesi gereken en önemli hususlardan biri, RECAT düzenlemesinin gerek hava araçlarında, gerekse hava seyrüsefer hizmetleri kapsamında kullanılan cihazlarda teknolojik anlamda bir modernizasyon çalışmasına gerek duymamasıdır. Gereksinimler ve alınması gereken tedbirler sadece emniyet anlamında bir değişim olarak algılanmalıdır. Söz konusu gereksinimler başta hava trafik kontrolörleri olmak üzere, hava sahasını kullanan tüm kullanıcıların (uçuş ekibi, uçuş planlamacısı, havayolu işletmecisi vb.) ve beraberinde kural düzenleyicilerin ve denetleyicilerin de yakından takip etmesi gereken konulardır. Bu kapsamda gereksinimler ya da alınması gereken tedbirler şunlardır:

- Özellikle meydan kontrol ve yaklaşma kontrol ünitelerinde görev yapan hava trafik kontrolörlerinin konu hakkında bilgilendirilmesi ve belirtilen altı kategoriye ilişkin ayırma değerlerinin hem eğitim programlarına dahil edilmesi hem de yenileme eğitimi ile beraber halen görev yapan hava trafik kontrolörlerine tanıtılması,
- Kalkış ve iniş ayırmalarına ilişkin bölgesel düzenlemelerin öncelikli olarak simülasyon ortamında geçerlilik testinin yapılması ve takiben uygulamaya konulması,
- Uçuş ekiplerinin de RECAT ile belirlenen altı kategoriye ilişkin ayırma değerlerine ait uygulama ve bölgesel düzenlemelerden haberdar olması,
- Yakın gelecekte RECAT uygulamasının hava sahasında daha fazla kullanılmaya başlanması ile beraber ICAO ve FAA uçuş plan formlarında yer alan "Kuyruk Türbülans Kategorisi" hanesinin yeni kategoriler ile uyumlu hale getirilmesi,
- Gerek bölgesel, gerekse ulusal anlamda RECAT uygulamasının hava sahası ve pist kapasitesini artırıcı bir düzenleme

olduğu konusunda hava sahası ve havaalanı yöneticilerinin teşvik edilmesi ve bir an önce uygulamanın yürürlüğe girmesinin desteklenmesi gerekmektedir.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

EUROCONTROL ve FAA'nın hava sahası yönetim stratejilerinin amaçlarından birisi de günümüzde ve gelecekte hızla artan hava trafiğine uygun olan hava trafik hizmetlerinin sağlanması için gerekli düzenlemeleri yapmaktır.

Toplumsal ihtiyaçların artması ve değişik hizmetlerin arayışı içerisinde girilmesi ile genel olarak hava trafik hizmetlerinin gelişmesi sağlanmış ve bu durum havacılık aktivitelerine de etki etmiştir. 1960'ların ikinci yarısından itibaren sivil havacılık sektöründe jet motorlu yolcu uçaklarının piyasaya çıkmasıyla beraber, havayolu şirketleri daha kısa zamanda, daha çok yolcuyla, daha uzağa taşımaya başlamış, bunun sonucunda dünyada sivil havacılık sektörünün en büyük adımlarından biri atılmıştır. Bu nedenle, hava trafik düzenlemeleri sadece gerekli ihtiyaçları karşılamakla kalmayıp, değişik senaryoları araştırmakta ve senaryolara reaksiyon göstermektedir. 30 Mayıs 1972 tarihinde DC-9 uçağının iniş kalkış çalışması esnasında DC-10 uçağının arkasında iniş yapmaya çalışırken düşmesi sonucu bir dönüm noktası olmuş ve beraberinde FAA tarafından Ağır (Heavy) kategorisine ilişkin yeni ayırma değerleri yaratılmıştır.

Günümüzde havayolu ulaşımına olan taleplerin artarak sürmesi, beraberinde hava sahası kullanıcı sayısını arttırmış ve bununla beraber başlangıçta yeterli olarak görülen pist ve hava sahası kapasitesi zamanla dar boğaza girmiş ve özellikle yoğun havaalanlarında ihtiyaçlara yeteri kadar cevap veremeye başlamıştır.

Uçakların emniyetli ve düzenli bir akış halinde uçuşlarını gerçekleştirebilmesi için aralarında yapılan mesafelendirme işlemi ayırma olarak nitelendirilmektedir. Uçakların aynı seviyede emniyetli şekilde uçuşmasını sağlamak için uzunlamasına ayırma yöntemleri kullanılmaktadır; aynı zamanda özellikle iniş ve kalkış safhasında uçakların birbirinin arkasından emniyetli şekilde uçuş operasyonlarını devam ettirebilmesi için belirlenmiş ve uzun yıllardır kullanılan kuyruk türbülans ayırmaları da mevcuttur. Kuyruk türbülansı etkisini en aza indirecek şekilde tasarlanmış olan ve uzun yıllardır kullanılan bu kuyruk türbülans ayırmaları emniyetlidir; ancak artan hava trafiği kapsamında artık aşırı muhafazakar bulunmaya başlamıştır.

Bu çalışmada, temelleri 2005 yılına dayanan ancak son yıllarda önemini daha da arttırmış olan uçak kuyruk türbülans kategorilerinde yeniliklere ait temeller ortaya konulmuştur. Çok sayıda yapılan ölçümler sonrasında ortaya çıkan yeni kategorilendirmeye ait rakamsal değerler ortaya konmuş ve ör-

neklendirilmiştir. Halen günümüzde ICAO ve FAA tarafından kullanılan kuyruk türbülans ayırmaları ve RECAT ayırma değerlerine ilişkin durum, tablolarla açıklanmış ve karşılaştırma yapılmıştır. Bununla beraber, RECAT düzenlemesinin hayata geçirilmesi ve yararları tartışılmıştır. RECAT uygulamasının zamana yayılan bir süreçte özellikle EUROCONTROL bölgesinde yer alan Türkiye'yi etkileyeceği düşünülmektedir. Özellikle 2014-2021 yılları arasından hava trafik anlamında beklenen artış da göz önünde bulundurulduğunda, pilot olarak seçilecek bir havaalanında RECAT ayırma değerleri kapsamında mahalli usullerin ilan edilerek denenmesinin gelecek çalışmalara ve hava sahası düzenlemelerine yön verebileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

1. Gerz, T., Holzapfel, F., Bryant, W., Köpp, F., Frech, M., Tafferner, A., Winckelmans, G. 2005. "Research Towards A Wake- Vortex Advisory System for Optimal Aircraft Spacing," C. R. Physique 6, p. 501-523.
2. T. C. Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. 2010. Havaalanlarında Kapasite Kriterleri, T.C. Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
3. The Airport Development Reference Manual (ADRM). 2015. The International Air Transport Association (IATA).
4. International Civil Aviation Organization (ICAO). 2012. "Re-definition of ICAO Categories for Wake Turbulence (Recat)," Twelfth Air Navigation Conference, AN-Conf/12-WP/41, 5 October 2012, Canada.
5. International Civil Aviation Organisation (ICAO). 2007. Procedures for Air Navigation Services-Air Traffic Management, PANS-ATM, DOC 4444, Canada.
6. US Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA). 2014. Order JO 7110.65V Air Traffic Control.
7. Lang, S., Tittsworth, J., Bryant, W. H., Wilson, P., Lepadatu, C., Delisi, D. P., Lai, D. Y., Greene, G. C. 2010. "Progress on an ICAO Wake Turbulence Re-Categorization Effort" AIAA Atmospheric and Space Environments Conference, AIAA 2010-7682, 2-5 August 2010, Toronto, Ontario, Canada.
8. Morio, J., Visscher De, I., Duponcheel, M., Winckelmans, G., Jacquemart, D., Balesdent, M. 2016. "Analysis of Extreme Aircraft Wake Vortex Circulations," In Estimation of Rare Event Probabilities in Complex Aerospace and Other Systems, Ed. Jerome Morio, Mathieu Balesdent, doi:10.1016/B978-0-08-100091-5.00012-5, Elsevier, Waltham, USA; Kidlington, UK.
9. US Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA). 2014. Aircraft Wake Turbulence Advisory Circular, AC 90-23G.
10. EUROCONTROL. 2015. European Wake Turbulence Categorisation and Separation Minima on Approach and Departure RECAT-EU, Eurocontrol, Bruxelles.
11. Treve, V., Rooseleer, F. 2014. RECAT-EU Proposal, Validation and Consultation, WakeNet-EU, Eurocontrol, Paris.
12. US Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA). 2015. Order JO 7110.659B Wake Turbulence Recategorization.
13. US Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA). 2014. SAFO 14007 Federal Aviation Administration (FAA) Wake Turbulence Re-Categorization Updates.
14. EUROCONTROL. 2015. An Assessment of Air Traffic Management in Europe during the Calendar Year 2014, Performance Review Report (PPR 2014).
15. US Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA). 2015. NextGen Priorities, Joint Implementation Plan Revision 1, October 2015.
16. Brenner, F. 2015. "More Efficient Runway through put with RECAT-EU," Airport Business Magazine, Winter Edition.