



## Kentsel Hava Hareketliliği Kavramının Gelişiminde İki Önemli Faktör: ATM ve Toplum

Arif TUNCAL\*

Suat USLU\*\*

### Öz

Bir metropol bölgesinde insanlı veya insansız hava araçlarıyla emniyetli ve etkin hava trafik operasyonlarının yürütülmesini ifade eden kentsel hava hareketliliği (UAM) kavramı son yıllarda havacılık literatüründe daha fazla araştırma konusu olmaya başlamıştır. Dünyada nüfusun kentlere kayması sonucunda kara trafiğinde meydana gelebilecek tıkanıklıklara çözüm olması ön görülen UAM kavramı hava araçları teknolojisindeki gelişme ve havacılık kavramlarının da belli bir olgunluğa erişmesiyle ön plana çıkmaktadır. NASA, FAA, Airbus, EASA, EUROCONTROL gibi havacılık endüstrisinin önde gelen kuruluşları tarafından proje çalışmaları yürütülen UAM sisteminin, 2035 yılında 23.000 hava aracı ile 60 milyar euroluk bir pazara sahip olması öngörülmektedir. Bu çalışmada, öncelikle UAM kavramının geçmiş ve günümüzdeki süreci incelenerek geleneksel havacılık açısından bir bakış sağlanmakta, sonrasında sistemin hava sahası ve kentlerdeki ulaşım ağına entegrasyonuna yönelik en önemli iki faktör olan hava trafik yönetimi (ATM) ve toplum kabulü boyutunda değerlendirmeler yapılarak karşılaşılabileceği zorluklara ilişkin çözümler tartışılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kentsel Hava Hareketliliği, Hava Trafik Yönetimi, Toplum Kabulü, İnsansız Hava Aracı, Yenilikçi Teknoloji

**Makale Türü:** Derleme Makalesi

## Two Important Factors in the Development of the Urban Air Mobility Concept: ATM and Society

### Abstract

The concept of urban air mobility (UAM) referring to the conduct of safe and efficient air traffic operations with manned or unmanned aerial vehicles in a metropolitan area has become a more research topic in the aviation literature in recent years. The concept of UAM expected to be a solution to the congestion of land traffic as a result of the shift of the population to the cities in the world comes to the fore with the development of aircraft technology and the maturity of the aviation concepts. Leading aviation industry organizations such as NASA, FAA, Airbus, EASA, EUROCONTROL carry out projects for the UAM system. The UAM system is expected to have a market of 60 billion Euros with 23,000 aircraft in 2035. In this study, firstly, the past and present process of the UAM concept is examined and a view from the traditional aviation perspective is provided, and then the two most important factors for the integration of the system into the airspace and the transportation network in the cities, air traffic management (ATM) and community acceptance, evaluations are made and solutions are discussed.

**Keywords:** Urban Air Mobility, Air Traffic Management, Society Acceptance, Unmanned Aerial Vehicle, Innovative Technology

**Article Type:** Review Article

\* Hava Trafik Kontrolörü, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü, arif.tuncal@dhmi.gov.tr, Orcid ID: 0000-0003-4343-6261

\*\* Doç. Dr., Eskişehir Teknik Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Hava Trafik Kontrol Bölümü Anabilim Dalı, suslu@eskisehir.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-6344-8641

## 1. GİRİŞ

Uluslararası Hava Taşımacıları Birliğinin (International Air Transport Association -IATA) COVID-19 salgını ile ciddi şekilde etkilenen hava yolcu taşımacılığına yönelik uzun dönemli senaryo analizine göre 2039 yılına kadar her yıl 2.8 milyar artışla toplam yolcu sayısının 8 milyara ulaşacağı tahmin edilmiştir (IATA, 2021). Ayrıca dünya nüfusundaki artış ve kırsaldan kentlere doğru hareketlilik ile günümüzde %56,2 olan kentlerdeki nüfusun 2035 yılında %62,5, 2050 yılında ise %68,6 olacağı öngörülmektedir (Worldmeters, 2021). Söz konusu kentlerdeki nüfus yoğunluğu ve yolcu hareketliliğindeki artış ile sürdürülebilir hareketlilik kavramında insanlara birbirlerine ve içinde yaşadıkları çevreye zarar vermeden özgürce hareket etme, iletişim ve ilişkiler kurma fırsatı verme gayreti paydaşların ve politika yapıcıların karşılaşacağı temel zorluklardan biri olacaktır. Son teknolojik gelişmelerle kentsel hareketliliğini üçüncü boyuta -hava sahasına- getirme sürdürülebilir hareketlilik için bir şans olarak görülmektedir. Bu bağlamda son yıllarda üzerinde ciddi çalışmalar yapılan kentsel hava hareketliliği (Urban Air Mobility-UAM) kavramı acil durum ve yük taşımacılığının yanı sıra kara trafiğinde ciddi tıkanıkların olduğu kentlerde insanların hususi yolculuklarındaki gecikmeleri önleyerek daha kısa seyahat süreleri ve bunun sonucunda yaşam kalitesinde artış imkânı sunmaktadır. Ayrıca UAM sistemi hava bağlantı noktaları ile kara trafiğindeki sıkışıklıklarda ve altyapı gerekliliklerinde azalmaları sağlayacaktır (Postorino ve Sarné, 2020).

UAM kavramı bir kent içerisinde emniyetli bir şekilde operasyonlarını yürüten hava araçları için tanımlanmıştır. UAM kavramı içerisinde yer alan hava araçları, insanlı helikopterlerden sportif veya ticari amaçlı kullanılan küçük insansız hava araçlarına ve “uçan taksi” olarak kullanılan elektrikli dikey kalkış ve iniş hava araçlarına (eVTOL) kadar, pilotlu veya pilotsuz her şeyi kapsamaktadır. UAM operasyon türleri arasında ise acil tıbbi tahliyeler, kurtarma operasyonları, insani yardım görevleri, haber toplama, kent trafiği akış değerlendirmesi, hava durumu izleme, kargo/paket teslimatı ve yolcu taşımacılığı yer alabilir (Thippavong vd., 2018). Bu operasyon türleri sisteme olan güvenin artması ve toplum ihtiyaçlarının değişmesi sonucunda gelen talebe karşılık verebilme amacıyla UAM endüstrisinin gelişmesiyle beraber zamanla çeşitlenecektir.

UAM endüstrisi önemli bir gelişim potansiyeline sahip olup 2035 yılına kadar yaklaşık 23.000 UAM / eVTOL'un 60 milyar euro değerinde küresel bir pazara hizmet edeceği tahmin edilmektedir (CORUS-XUAM, 2021). UAM sisteminin bu yüksek ekonomik değerinin yanı sıra kent ulaşım sistemlerine de ciddi ölçüde potansiyel faydaları olacağı öngörülmektedir. UAM sistemi kentlerde nakledilen ürünlerin ve insanların sıkışık kara ulaşım ağından kaynaklı belirsizliklerin önüne geçerek daha kısa sürelerde noktadan noktaya ulaşmasına imkân verebilecektir. Ayrıca bu hizmet kara ulaşımı için gerekli geniş yollar, üst/alt geçitler, köprüler, kavşaklar, bağlantı noktaları yerine hava araçları için belirlenecek iniş/kalkış noktaları ile nispeten daha az bir altyapıyla sağlanacaktır (Thippavong vd., 2018).

Genel anlamda UAM gelişen insansız hava aracı teknolojisiyle beraber kentlerdeki ulaşım sisteminde sıkışan topluluklara zamanla büyük faydalar sağlayacaktır (Airbus, 2021a). UAM sisteminin Amerika Birleşik Devletleri'nde her gün 4.000 eVTOL kullanılarak 55.000 uçuşla 80.000 yolcu potansiyeline sahip olduğu tahmin edilmektedir (Booz Allen Hamilton, 2018). Ancak tüm bu potansiyele ve kent trafiğinde sıkışan topluluklara getireceği faydalarına rağmen yapılan bir çalışmada toplumun %60'ının insansız hava araçlarıyla yapılan operasyonlara aşına olmadığı (veya çok az aşına oldukları) sonucuna varılmıştır (Shaheen, Cohen ve Farrar, 2018). Toplumun yeni teknolojiyi içeren ve otonom olan sisteme aşına olmaması ile beraberinde getireceği gizlilik (Wang vd., 2016; Luppigini ve So, 2016), güvenlik (Choi ve Ji, 2015; Kyriakidis, Happee ve Winter, 2015), gürültü (Vascik, 2017) gibi endişelerin UAM sisteminin toplum kabulü boyutunda ciddi problemlerle yüzleşeceğinin göstergesidir. Toplum kabulüne benzer bir şekilde geleneksel bir yapıya sahip hava trafik yönetiminde (Air Traffic

Management-ATM) de UAM sistemine getirdiği yenilikler ve ciddi değişim gereksinimlerinden kaynaklı bir direncin gösterilme olasılığı yüksektir. UAM sisteminin geleneksel havacılığa göre benzersiz ihtiyaçları vardır. Bir kentteki sayısız noktalar arasında uçuşlar gerçekleştirilecek, trafik hacmindeki bu artışla ayırma standartlarında azalmalar gerekecektir. Günümüzde kentler üzerinde uçuş gerçekleştiren helikopter ve sabit kanatlı hava araçları, otonom hava araçlarıyla beraber yoğun bir hava sahasını eş zamanlı olarak paylaşmak zorunda kalacaklardır (EmbrearX, 2021a).

Farklı modellemelere rağmen UAM sistemi altyapı gereklilikleri gibi unsurların yanı sıra geleneksel bir yapıya sahip olan ATM ve toplum kabulü boyutunda farklı kısıtlamalara uğramaya devam edecektir (Vascik, 2017). Bu çalışmada söz konusu kısıtlamalar ele alınarak gelişen teknoloji sayesinde trafik sıkışıklıklarının meydana geldiği kentlerde potansiyel bir çözüm olarak (Moore vd., 2013) sürdürülebilir hareketlilik imkânı sunan, uzun süreli projelerle endüstri tarafından araştırmaları yapılan ve toplumun tüm boyutlarını ilgilendiren UAM kavramını açıklayabilme, sistemin gelişiminde en önemli iki faktör olan ATM ile toplum boyutlarında değerlendirmelerde bulunabilme amaçlanmıştır. Bu amaçla konuya ilişkin web sayfaları ile yürütülen projeler incelenmiş ve literatür taraması yapılmıştır.

Havacılık sektöründe kısa vadede büyük bir pazar oluşturması beklenen UAM kavramına ilişkin yürütülen projelerin henüz başlangıç noktasında olması ve kavramın geleneksel havacılığın içerisinde belli bir olgunluğa henüz ulaşamaması sebebiyle bu alanda yapılan çalışmalar UAM operasyonlarının geleceği için yol gösterici olacaktır.

UAM sisteminin yürütülebilmesi için teknik aksaklıklar ve altyapı problemleri ile operasyonel ve toplumsal boyuttaki değişkenleri içeren zorlukların aşılması gerekmektedir. Bu doğrultuda derleme niteliği taşıyan bu makalede öncelikle UAM kavramı açıklanmış, geleneksel havacılık açısından bir bakış yapılmış ve sonrasında toplum ve ATM boyutunda olası zorluklar incelenerek değerlendirmeler yapılmıştır.

## 2. KENTSEL HAVA HAREKETLİLİĞİ (UAM) KAVRAMI

1903 yılındaki ilk motorlu uçuşla başlayan insanoğlunun ticari havacılık deneyimi hızlı bir gelişim gösterdi. 1919 yılında ilk ticari yolcu uçağı uçuşunu gerçekleştirdi. Bu dönem “Havacılık 1.0” olarak adlandırılmaktadır. Toplumun artan hareket özgürlüğü olarak adlandırılan “Havacılık 2.0” döneminde sınır ötesi ticari uçuşlar gerçekleştirildi. 1952’de ilk ticari jet uçağı olan De Havilland Comet’in kullanılmasıyla seyahatte jet çağı olarak adlandırılan “Havacılık 3.0” dönemi başladı. Bu dönemde Boeing 707’nin sektöre girmesi ile küresel taşımacılıkta bir devrim gerçekleşti. Sonraki yıllarda uçak teknolojisindeki gelişme ve maliyetlerdeki düşüşle havacılık sektörü ulaşımın temel araçlarından biri oldu. 2010 yılların ortasından itibaren ise her geçen gün kalabalıklaşan kentlerde yaşadığımız ulaşım sorunlarına çözüm olacak UAM kavramıyla, uzun süre sonra havacılık sektöründe bir değişim meydana geldi ve bu süreç “Havacılık 4.0” olarak tanımlandı (Sevinçel, 2018).

UAM dikey kalkış ve iniş yapan hava araçları (Vertical Take-Off and Landing -VTOL) veya kısa kalkış ve iniş yapan hava araçları (Short Take-Off and Landing -STOL) kullanarak metropol alanlarda kısa menzilli, noktadan noktaya ulaşım sistemleri geliştirmeyi öneren bir kavramdır (Vascik, Hansman ve Dunn, 2018). Nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu kentlerde insanların artan hareketlilik ihtiyacına bağlı olarak talebi karşılamak için kara hareketliliği ile beraber daha yüksek yoğunlukta hava hareketliliği arzusu yıllardır süregelen bir konudur. UAM kavramına ilişkin operasyonların ve sistemin geliştirilmesi için çalışmalar uzun yıllardır büyük çabalarla devam etmektedir. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri’nde yürütülen UAM operasyonları ilk başarılarına rağmen toplumsal açıdan kabul sorunları, ölümcül kazalar ve mali zorluklar nedeniyle zamanla azalma veya operasyonların bitmesi ile sonuçlanmıştır (Vascik, Hansman ve Dunn, 2018). Ancak gelişen teknolojiyle beraber otonom araçların son yıllarda emniyetli ve konforlu bir ulaşım vaat etmesi ile endüstrinin gelecek yıllarda piyasaya

tamamen otonom araçları sürme ihtimali karasal otonom hareketliliğinin yanı sıra otonom hava hareketliliğine yönelik araştırmaları da ilgi çekici hale getirmiştir (Baptista, Melo ve Rolim, 2014; Bimbrow, 2015).

2010 yılında Amerikan Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration -NASA) tarafından sınırlı bir bölgede küçük boyutlu elektrikli hava araçlarıyla gelişmiş otonom sisteme dayalı operasyonların gerçekleştirilmesi için bir girişim başlatılmıştır (Moore, 2010). 2015 yılında “drone” olarak bilinen küçük insansız hava araçlarının popüleritesinde ve market pazarında ciddi artışlar olmuştur. Askeri havacılık uzmanları ve model uçak meraklıları, bir uçağın kokpitte insan olmadan da uçabileceğini on yıllardır biliyorlardı. Bununla birlikte, çok yakın zamana kadar, çoğu insan için bir hava aracı kavramın, pilot kavramına ayrılmaz bir şekilde bağlıydı. Ancak “drone” olarak adlandırılan insansız hava araçlarının market pazarındaki söz konusu artışıyla tarihsel bir değişim meydana gelmiş olup konuya ilişkin çalışmalara hız verilmiştir (Villasenor, 2013). Bu araçların görsel uçuş hattının ötesinde düşük irtifada hava sahasına emniyetli olarak erişimini sağlamak için daha önceki girişimlere benzer şekilde Federal Havacılık Dairesi (Federal Aviation Administration -FAA) tarafından endüstri ve akademi katılımıyla Amerika’da trafik yönetim sistemine yönelik “Unmanned Aircraft Systems Traffic Management (UTM)” projesi başlatılmıştır (NASA, 2021).

Dünyanın en büyük mobilite platformu olan UBER tarafından hava yolculuğunun geleceğine yönelik ortak bir vizyon etrafında tüm paydaşları bir araya getirerek havadan yolculuk pazarının temelini oluşturmada önemli bir rol oynamayı amaçlayan “Uber Elevate” programı 2016 yılında hayata geçirilmiştir (UBER, 2020). Sektörün önde gelen uçak üreticilerinden olan Airbus tarafından 2030 yılına kadar dünya nüfusunun %60’ının kentlerde olacağı, bundan kaynaklı olarak karasal tıkanıklıktaki artışla yenilikçi mobilite seçeneklerine ihtiyaç duyulacağı belirtilerek hava sahasında emniyetli, sürdürülebilir ve kullanışlı bir çözüme yönelik 2014 yılında çalışmalara başlanılmıştır. 2018’de en yeni ticari kentsel hava mobilite çözümlerini ve hizmetlerini bir sonraki seviyeye taşımak için “Airbus Urban Mobility” kavramı oluşturulmuştur. Bu yenilikçi kavram ile çeşitli kritik bileşenleri sorunsuz bir şekilde entegre ederek kentsel hava hareketliliğine bütünsel bir yaklaşım getirilmesi, kent sakinlerine konforlu ve rahat bir uçuş sağlanması amaçlanmıştır (Airbus, 2021b).

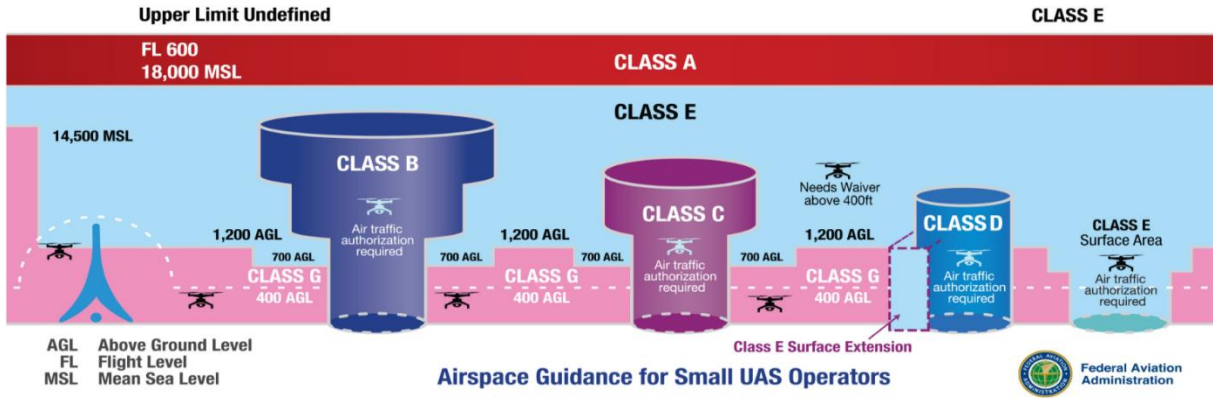
Avustralya hava seyrüsefer hizmet sağlayıcı kuruluşu olan “Airservices” ile uçak üreticisi olan “Embraer” firmasının dikey iniş kalkış yapan elektrikli hava araçlarına (eVTOL) yönelik çalışmalar yürüten EmbraerX arasında, Avustralya hava sahası ve havacılık endüstrisini gelişen kentsel hava trafiği hareketliliğine hazırlama amacıyla 2020 yılında bir araştırma projesi iş birliği duyurulmuştur. Projeye eVTOL hava araçları ile yolcuları ve kargoları, geleneksel kara tabanlı ulaşım modlarından daha hızlı veya daha uygun maliyetli kısa ve orta mesafelerde taşıma amaçlanmıştır. Bununla beraber her iki kuruluş arasında UAM sisteminin büyümesiyle artan iş pazarı, ulaşım ağlarında iyileştirme, bölgesel ve kentsel bağlantıyı güçlendirmeye yönelik çalışmaların yürütülmesi öngörülmüştür (Austria Airservices, 2021; Embraer, 2021).

Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı (European Organisation for the Safety of Air Navigation- EUROCONTROL) koordinesinde 19 paydaş kuruluşun katılımıyla oluşturulan grup tarafından insansız hava araçlarının hava sahasına emniyetli ve güvenli bir şekilde entegrasyonuna yönelik standartların oluşturulması, teknik desteğin sağlanması, elde edilen tecrübe ve bilginin paylaşılması, düzenlemelerin yapılabilmesi için UAM kavramına yönelik CORUS-XUAM projesi 12 Ocak 2021 tarihinde duyurulmuştur (SESAR Joint Undertaking (SESAR JU), 2021). Avrupa Birliği Havacılık Emniyeti Ajansı (European Union Aviation Safety Agency -EASA) tarafından 2015 yılından itibaren yürütülen çalışmaların sonucunda insansız hava araçlarının hava sahalarına emniyetli, güvenli ve etkili şekilde entegrasyonu desteklemeye yönelik belirli prosedürleri ifade eden "U-space" terimi kapsamında üç düzenlemeden oluşan bir paket 22 Nisan 2021 tarihinde kabul edilmiştir. Bu



**Kaynak:** Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (DHMI), 2021.

Hava sahaları ATC hizmetinin sağlanma düzeyi ve operasyonel gerekliliklere göre A, B, C, D, E, F ve G olmak üzere 6 ayrı kategoriye ayrılmıştır. A sınıfı hava sahasında yalnızca IFR uçuşlara izin verilirken VFR uçuşlara izin verilen B, C ve D hava sahası sınıfında ayırma ATC tarafından sağlanmaktadır. E sınıf hava sahası, kontrollü hava sahası olmasına rağmen VFR uçuşların ATC ile temas kurmasına gerek yoktur. G hava sahası ise kontrolsüz olarak tanımlanmaktadır (International Civil Aviation Organization (ICAO), 2018a). FAA tarafından hava sahası sınıflandırması kapsamında küçük insansız hava araçlarına ilişkin Şekil 2’de gösterildiği gibi kısıtlamalar mevcuttur.



**Şekil 2. Hava Sahası Sınıflandırması**

**Kaynak:** FAA, 2021.

UAM kapsamı ve mevcut havalimanlarının konumu göz önüne alındığında operasyonların büyük ölçekli havalimanlarının etrafındaki B, orta ölçekli büyüklükteki havalimanları etrafındaki C ve küçük ölçekli havalimanları etrafındaki D hava sahalarında gerçekleştirilmesi öngörülmektedir (Ravich, 2019).

#### 4. UAM OPERASYONLARININ YÜRÜTÜLMESİNDE AŞILMASI GEREKEN ZORLUKLARA YÖNELİK DEĞERLENDİRMELER

UAM operasyonlarına yönelik potansiyel zorlukları araştırma amacıyla yapılan bir vaka çalışmasında toplum kabulü ve ATM boyutu başta olmak üzere öncelikli konulardan birtakım zorluklar türetilmiştir. Bu zorlukların yeni teknolojilerin ve iş modellerinin mevcudiyetine rağmen devam edebileceği değerlendirilmiştir (Vascik, Hansman ve Dunn, 2018). Toplum gürültü, gizlilik, güvenlik gibi konulardan endişe duyarken ATM açısından mevcut trafik ağı üzerinde etkinin el alt düzeyde tutularak emniyetli, düzenli ve etkin bir trafik akışının devam ettirilmesi istenecektir (EmbrearX, 2021a).

Bu bölümde literatür taraması sonucunda elde edilen bilgiler kapsamında UAM kavramına yönelik çeşitli zorluklara sebebiyet vererek operasyonları kısıtlayabilecek toplum kabulü ile ATM boyutu ele alınmış, riskler ve tehlikeler belirtilerek değerlendirmeler yapılmıştır.

##### 4.1. Toplum Kabulü Boyutu

Toplum kabulü, otonom sistemler üzerinde ciddi çalışmaları yapılan bir unsurdur. Özellikle karada yeni bir teknolojiyle gelen otonom araçlar için geniş çapta araştırmalar yapılmaktadır. Yeni teknolojiler toplum kabulünü boyutunda olumlu algıyla gelişim sürecine devam edebilir, ancak bunun tersi de olabilir. Teknolojiyle bütünleşen ve toplum açısından korkutucu boyuta ulaşan kazalar meydana

gelirse bu toplum kabulü sürecinde olumsuz etki yaratabilir. Otonom araçların toplum kabulüne yönelik yapılan çalışmalar sonucunda zaman (Krueger, Rashidi ve Rose, 2016) ve maliyet (Merat, Madigan ve Nordhoff, 2016) gibi geleneksel unsurların yanı sıra siber güvenlik başta olmak üzere araç kullanımında kontrole ilişkin bir dizi güvenlik endişeleri ortaya konmuştur (Choi ve Ji, 2015; Kyriakidis, Happee ve Winter, 2015). Almanya’da otonom sürüşle ilgili bir araştırmaya katılanların %90’ı herhangi bir zamanda veya acil bir durumda araca müdahale edebildikleri veya kontrol edebildikleri takdirde kendilerini güvende hissedebileceklerini belirtmiştir (Deloitte Analytics Institute, 2017).

UAM kavramı ile karada meydana gelen değişime benzer şekilde otonom bir sisteme geçiş söz konusu olacaktır. Sürdürülebilir kentsel hareketlilik için bir devrim niteliğinde olan UAM uygulamalarında otonom araçların kontrolüne ilişkin endişelerin yanı sıra insanların veya ticari malların taşınması esnasında hava araçlarının kentlerde karşılaşabileceği yüksek binalar ve süregelen inşaat çalışmalarında kullanılan farklı yükseklikteki mobil ekipmanlarla karşılaşma ve toplulukların üzerinde gerçekleşen uçuşlarda hava araçlarının arızadan kaynaklı düşme riski de endişe verici olarak bulunmaktadır (Cotton ve Wing, 2018). Bununla beraber UAM kapsamında kullanılan ve uçan gözler olarak da tanımlanan insansız hava araçlarının teknik kabiliyetleri ile yakın mesafe uçuşlarla insanların özel alanlarına girme ihtimali ise toplum kabulü boyutunda bir diğer risk olarak tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışma sonucunda insanların insansız hava araçlarına yönelik gizlilik endişelerinin ele alınmasına dair deneysel kanıtlar sunulmuştur (Wang vd., 2016). 2010 ile 2015 yılları arasındaki ticari “drone” literatürüne yönelik yapılan inceleme gizlilik ile ilgili endişelerin, güvenlik ve toplumun haklarını savunan yasal düzenlemelerden hemen sonra geldiğini ortaya koymuştur (Luppigini ve So, 2016).

Toplum kabulündeki bir diğer önemli faktör ise gürültüdür. Geleneksel sivil havacılığında tüm ticari hava araçları Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (International Civil Aviation Organization - ICAO) tarafından konulan standartlara uygun olarak gürültü konusunda sertifikalandırılmakta ve operasyonları boyunca gürültüyü azaltmaya yönelik prosedürlere uygunluğu sağlanmaktadır (ICAO, 2018b). Ancak özellikle düşük irtifa operasyonlar ile iniş/kalkış anındaki hava aracı gürültüsü ve bununla ilintili olarak yaşam kalitesine etkileri havacılık tarihi boyunca önemli politik ve yasal topluluk eylemlerine yol açmıştır. Günümüz ticari havacılığında yasal süreçlerle beraber şikâyetleri en aza indirmek için yapılan düzenlemelerden kaynaklı hava aracı operasyonlarında kısıtlamalar uygulanmaktadır. FAA tarafından uçuş emniyeti ve verimliliği artırma amacıyla yeni geliştirilen prosedürler, artan toplum baskısı sonucunda yeniden gözden geçirilmekte, bazı bölgelerdeki ve havalimanlarındaki uçuşlar kısıtlanmaktadır. UAM operasyonlarının geleneksel havacılığa göre özellikle düşük irtifalarda ve yerleşim yerlerinde gerçekleştirilecek olması sebebiyle toplum kabulü boyutunda ciddi zorlukları olacağı değerlendirilmektedir (Vascik, Balakrishnan ve Hansman, 2018). Toplumlar kent üzerinde gerçekleşecek uçuşlardan kaynaklı olacak gürültünün kabul edilebilir bir seviyede olmasına dair güvence isteyecektir (Vascik, 2017). Nitekim EASA tarafından Avrupa Birliği genelinde UAM operasyonlarının toplumsal kabulü üzerine yapılan çalışmada yukarıda bahsedilen tüm bu endişeleri doğrulamıştır. Çalışmada emniyet ile ilgili endişeler ilk sırada gelirken gürültü ise ikinci endişe olarak ifade edilmiştir (EASA, 2021b).

Tüm bunların yanı sıra sistemin geleceği toplum boyutunda geliştirilecek politikalara ve kent planlamalarına bağlıdır. Günümüzde birçok kentin yapısı UAM sisteminin sürdürülebilirliği için engel teşkil etmektedir. Kentler için UAM gerekliliklerini sağlayacak yeni yönetim anlayışlarının ve politikalarının benimsenmesi gerekmektedir (Postorino ve Sarné, 2020). 2014 yılında yapılan bir araştırmada, UAM sistemi kapsamında da yer alacak düşük irtifa hava sahası operasyonlarıyla ilgili en yaygın toplum endişelerinin, güvenlik ve uçuş operasyonlarını kontrol eden ilgili yasa düzenlemelerinin mevcudiyeti olduğu sonucuna varılmıştır (Luppigini ve So, 2016).

Yenilikçi bir yaklaşım ve teknoloji sunan UAM kavramına karşı insanların yukarıda belirtilen unsurlar ve bilinmezlik karşısında bir direnç göstermesi de beklenen bir durumdur. Nitekim Airbus tarafından yapılan bir çalışmaya göre günümüz koşullarında ve teknolojinin seyri düşünüldüğünde UAM girişiminin %44 oranında desteklendiği ortaya konmuştur (Airbus, 2021c). Genel olarak toplumun yeni teknolojiye güvenmesi ve dolayısıyla onu kabullenip kullanmaları için yeni teknolojinin faydalarının farkına varıp buna ikna olması gerekir.

UAM gelişen teknoloji sonucunda kentlerde tıkanan kara trafiğine alternatif olarak insanlara büyük kolaylıklar sunacaktır. Sürdürülebilir bir hareketlilik ile daha kısa sürede noktadan noktaya ulaşım sağlayacak, ürünlere daha kısa zamanda erişim imkânı verecek, acil durumlarda zaman boyutunda ciddi kolaylıklar sunacaktır. Ancak bu potansiyel faydalarına rağmen toplumu ilgilendiren gizlilik, güvenlik ve gürültü gibi unsurlarla beraber olağan günlük rutinin dışında görüş mesafesinde gerçekleştirilen uçuşların kabulünün UAM sisteminin büyümesinde veya günümüz koşullarında uygulanmasında aşılması gereken zorluklar olduğu değerlendirilmektedir. Bu bağlamda;

- UAM kavramına yönelik yapılan çalışmalar araç veya sistem geliştirmelerinin yanı sıra topluluklar için yeni bir kavram olması sebebiyle getireceği endişenin en az düzeye indirilmesine odaklanılmalıdır.
- Toplumun sistemi benimsemesi ve farkındalığının artması için UAM konseptine yönelik eğitimler verilmelidir.
- Gürültü, gizlilik, güvenlik gibi konularda yasal düzenlemeler yapılmalı, insanlara güvenceler sunulmalıdır.
- Planlanan uçuş rotaları ve iniş/kalkış alanları özel hayatın korunması prensibine göre belirlenmelidir.
- Sistemin yoğun kullanımı öncesinde sosyal boyuta yönelik değerlendirmeler için toplumu temsil edenlerin katılımıyla farklı projelerle UAM kavramı ele alınmalı ve tüm senaryolarla şeffaf bir şekilde simüle edilmelidir.

#### **4.2. Hava Trafik Yönetimi (ATM) Boyutu**

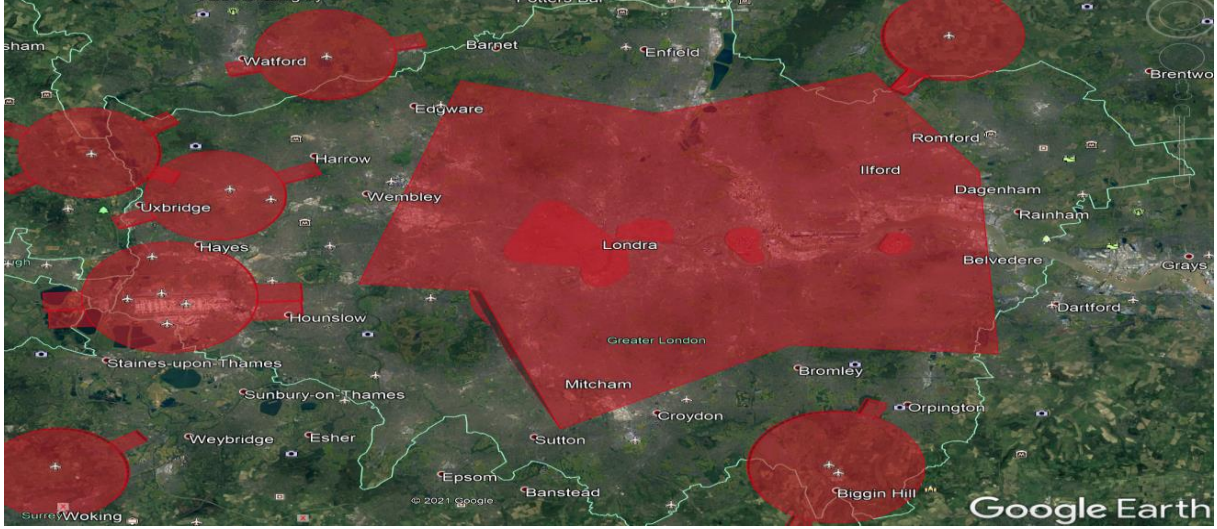
UAM operasyonları arttıkça mevcut ATM altyapısına, prosedürlerine ve kaynaklarına ciddi baskılar oluşacaktır. Operasyonlar günümüzdeki helikopter ile sabit kanatlı hava araçlarından farklı performans ve büyüklüklerde hava araçlarıyla yürütülecektir. Bu hareketliliğin kentler üzerinde ciddi yoğunluklar meydana getirmesi sebebiyle problemlerin çözümü için ATM sisteminde değişikliklerin yapılması gerekecektir. Ancak sistemsel düzeyde yapılan değişiklikler operasyonların verimliliğini sağlamakta yeterli olmayacaktır (EmbreatX, 2021a).

Günümüzde ticari uçuşların büyük kentlerdeki havalimanlarına olan yoğun talebiyle havalimanı altyapısının bunu karşılayamaması sonucu operasyonel kısıtlamalar ve gecikmeler oluşmaktadır. Kentlerde yürütülecek UAM operasyonlarının da benzer şekilde kalkış/iniş alanlarına (TOLAs) yönelik erişim veya kapasite kısıtlamalarından kaynaklı olarak etkilenmesi olasıdır (Vascik, Hansman ve Dunn, 2018). Şekil 3'te Londra kenti için görüldüğü gibi kentlerdeki hava limanlarının yerleşim alanlarına yakın olması ve kentler üzerinde uçuşların kısıtlandığı sahaların ciddi sayılara ulaşması sebebiyle UAM operasyonları öncesinde hava trafik kontrol birimleriyle bir koordinasyon sürecinin yürütülmesi ve uçuşların belirli izinler altında (kalkış/varış noktasına ilişkin tahditler, gürültü önleme, güvenlik vb.) gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu ise operasyonlara yönelik bazı kısıtlamaları beraberinde getirecektir.

Başlangıçta UAM operasyonlarının mevcut ATM gereklilikleri ve prosedürlerine göre yürütülmesi beklenmektedir. UAM operasyonlarındaki ciddi artışlarla bugün rutin olarak algılanandan



daha yoğun ATM operasyonlarının tüm irtifalarda yürütülmesi zorunluluk haline gelecektir. Mevcut ATM sistemlerinin var olan hava sahası kullanıcılarının ihtiyaçlarına göre yapılandırıldığı düşünüldüğünde hava aracı performansı ve pilot çeşitliliği, hava sahası tasarımı, CNS (haberleşme, seyrüsefer, gözetim) sistemleri gibi unsurlardan kaynaklanan sorunların çözümü için UAM operasyonlarına yönelik farklı ATM çözüm ihtiyaçları ortaya çıkacaktır (EmbrenarX, 2021b).



**Şekil 3.** Londra Kenti UAS (İnsansız Hava Aracı Sistemleri) Uçuş Tahdit Bölgeleri (

**Kaynak:** NATS Aeronautical Information Service, 2021.

Ortaya çıkacak olan çözüm ihtiyaçlarıyla beraber uçuş emniyeti de UAM kavramında ele alınması gereken bir başka unsurdur. Günümüzde “*Havacılık faaliyetleri ile ilişkili, hava aracının işletilmesine ilişkin veya hava aracının işletilmesini doğrudan destekleyen risklerin kabul edilebilir bir seviyeye düşürüldüğü ve kontrol altına alındığı durum*” olarak tanımlanan “emniyet” havacılık endüstrisinde en öncelikli unsur olarak yer almaktadır (ICAO, 2016:1-2). Bu unsur göz önüne alınarak UAM kavramının hava sahasına entegrasyonu için bazı risklerin ve tehlikelerin farkında olunması gereklidir. Tüm paydaşlarla beraber iş birliği içerisinde gerekli düzenleyici tedbirlerin geliştirilmesi uçuş emniyeti ve sisteme güvenilirlik açısından operasyonlara yönelik kısıtlamaları en az düzeye indireyecektir (Thippavong vd., 2018). Yukarıda bahsi geçen ve hava trafik yönetiminde emniyetsizliğe sebebiyet verebilecek riskler ve tehlikeler ise müsaade edilen hava sahası dışındaki uçuşlar, insanlara/mülklere/havalimanlarına emniyetsiz şekilde yaklaşma, kritik sistem hataları (link kaybı, GPS kaybı, güç kaybı, motor arızası vb.), kontrol kaybı ve siber saldırı ile ilgili risklerdir.

ATM boyutundaki zorluklara rağmen büyük kentlerdeki kara trafiğinin durma noktasına geldiği ve zamanın her geçen gün daha da önem kazandığı koşullarda UAM kısa zamanda yapılan yatırımlar ile geleneksel havacılıkta yerini alacaktır. Bu ise ATM sistemlerinde birtakım değişikliklerin yapılmasını zorunlu hale getirecektir. NASA tarafından yürütülen ATM-X (Air Traffic Management-eXploration) projesiyle, geleneksel hava sahası operasyonlarını iyileştirmeye devam eden önceki ATM başarılarından yararlanırken yenilikçi bir yaklaşım ile ulusal hava sahasına (NAS) modellerin entegre edilmesine yönelik iki kademeli olarak söz konusu değişikliğin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır (Chan vd., 2018). Sisteme yönelik bu çalışmaların yanı sıra uçuş emniyetini en yüksek düzeyde tutabilmek ve ATC üzerinde UAM operasyonlarından kaynaklı iş yükünün azaltılabilmesi için sözlü iletişimi en aza indireyecek koordinasyon usulleri ile optimize edilmiş uçuş rotaları üzerinde çalışmalar yapılmalıdır (Edwards, Verma ve Keeler, 2019).

Geleneksel hava trafik yönetimi açısından öncelikle VFR rotalarda başlayacak UAM, sistemin gelişmesi ve yoğunluğun artmasıyla ile IFR’a doğru kayarak rotaların yeniden yapılandırılmasını

gerektirecektir. UAM sistemin hava sahası akış yönetimine dahil olmasıyla beraber hava sahası dizaynı, hava araçları arasında sıralama, akış planlaması, diğer hava araçları ve manialar/engellerden ayırma, kuyruk türbülansı, rota planlaması, iniş/kalkış alanları, acil durum yönetimi gibi geleneksel havacılığa var olan kavramların yeniden uyarlanması gerekecektir (Mueller, Kopardekar ve Goodrich, 2017).

Ayrıca UAM operasyonlarının etkinliği için;

- UAM kavramı kapsamında yakın zamanda hava sahasına entegre olacak hava aracı performanslarına yönelik ATC eğitimlerinde değişikliklere gidilmelidir.
- Yarı otonom veya otonom UAM operasyonlarında emniyetli bir şekilde ATC tarafından verilen sesli talimatların algılanması ve cevap verilmesi için günümüz havacılık altyapısında değişikliğe gidilmelidir. UAM kavramının ATC üzerinde ilave iş yükü getirmemesi için ATM altyapısında ilave düzenlemeler yapılmalıdır.
- UAM operasyonların hacmi ve kentlerin üzerinde konumlandırılmış mevcut terminal kontrol sahalarının yoğunluğu göz önüne alındığında sahaların verimliliğini arttıracak çalışmalar yapılmalıdır.
- Sistemin hava sahasına entegrasyonu için önemli bir unsur olan kentsel hava trafik yönetimine (Urban Air Traffic Management-UATM) yönelik temel ilkeler, geleneksel havacılıktan gelen ATM tecrübeleri ve kazanımları ile belirlenip ilgili hukuki ve teknik altyapılar hazırlanmalıdır.
- Geleneksel ATM yapısına benzer şekilde tüm hava sahası kullanıcıları ile hizmet sağlayıcılar ve otoriteler arasında bölgesel düzeyde çalışmalar yapılmalıdır.

## 5. SONUÇ

Günümüzde kırsal alanlarda veya bazı büyük kentlerde kısmi olarak yürütülen ve yakın gelecekteki projelerle büyük ölçekli gelişme göstermesi beklenen UAM operasyon pazarı kentlerdeki kara trafiği sebebiyle yaşanan sıkışıklığı önlemeyi amaçlamaktadır. UAM sistemi sayesinde kentler çok değişkenli taşıma sistemlerine ve ulaşım ağlarında daha esnek bir yapıya sahip olacaktır. Kara trafiğindeki sıkışıklıklara rağmen üçüncü bir boyutta noktadan noktaya uçuşları mümkün kılarak kent ulaşım ağındaki sürelerin kısaltılması ile UAM kent hayatına bir devrim getirecektir. Kentlerdeki ulaşım ağlarının dijitalleştirilmesi, krizlere karşı hassas olan sektörün dayanaklılığının artırılması ve endüstrinin çevreye olan olumsuz etkileri en aza indirgenmesi UAM ile mümkündür. Ancak bu kentlerdeki hava limanlarına olan yoğun talepler, bu talepten kaynaklı gecikmeler ve kara ulaşımı ile havacılık altyapısına yüklenen aşırı yük göz önüne alındığında teknolojik gelişmelerin getirdiği avantaja rağmen UAM operasyonlarının havacılık sistemine entegrasyonu için aşılması gereken ciddi zorlukların olduğu değerlendirilmektedir. Toplumun kabulü de aşılması gereken sosyal bir problem olarak görülmektedir. Toplum kabulünün sağlanabilmesi için zaman ve maliyet gibi geleneksel unsurların yanı sıra otonom araçlara güven, gürültü ve bunlarla beraber özel hayatın korunmasına yönelik gizlilik ile ilgili endişeler ortadan kaldırılmalıdır.

Söz konusu zorlukların aşılabilmesi için UAM kavramına yönelik olarak teknolojiyi üreten ve insanların hizmetine sunan endüstri tarafından sivil havacılık otoriteleri, hava seyrüsefer hizmet sağlayıcılar ve diğer paydaş kuruluşlarla beraber çalışmalar yapılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu çalışmaların birtakım gerekli yasal düzenlemelere odaklanmasının yanı sıra sosyal konuları da içermesi UAM kavramının gelişimi için önemlidir. UAM kavramı içerisinde ele alınacak otonom insansız hava araçlarının kullanım amaçlarına uygun olarak gerçek hayatta metropol alanlarda testleri, yeniliklerin gösterilme sürecindeki şeffaflık ve tüm bunların toplum boyutunda yasal düzenlemeler ile ele alınması sistemin gelişim sürecini olumlu bir şekilde etkileyecektir.

Tuncal, A. & Uslu, S. (2021). Kentsel Hava Hareketliliği Kavramının Gelişiminde İki Önemli Faktör: ATM ve Toplum. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 23(41), 564-577.

Gelecek on yıl UAM kavramının kabulü ve gelişimi için kritik bir dönem olacaktır. Bu süre boyunca projelerin olgunlaşması, yeni projelerin hayata geçirilmesi, bununla beraber emniyet, güvenlik ve operasyonel konularda standartların sağlanması beklenmektedir. Toplumun sisteme olan aşinalığı artırılmalıdır. Sürecin başarısı için toplum ve endüstri ile beraber tüm paydaşlar arasında UAM sistemi ve altyapısına yönelik çalışmalar iş birliği ile devam ettirilmelidir. Çalışmalar sonunda elde edilen veriler UAM sisteminin gelişim sürecinde karar verici unsurlar olacaktır.

Bu çalışmayla günümüz teknolojisindeki gelişmeler ile kent ve havacılık alanına yönelik yeni yaklaşımlar sonucunda ortaya çıkan UAM kavramı geleneksel havacılık açısından incelenmiş, toplum kabulü ve ATM boyutuyla değerlendirilmiştir. UAM kavramına ilişkin yaygın uygulamaların olmaması ve projelerinin gelişim safhasında olması çalışmanın kısıtlılığını oluşturmuştur. Söz konusu projelerin gelişimlerinin yakında takibi yapılarak çalışmalara devam edilmesi UAM kavramının kapsamlı bir şekilde tüm yönleriyle anlaşılabilmesine katkı sağlayacaktır.

### **Etik Beyan**

“Kentsel Hava Hareketliliği Kavramının Gelişiminde İki Önemli Faktör: ATM ve Toplum” başlıklı çalışmanın yazılması ve yayınlanması süreçlerinde Araştırma ve Yayın Etiği kurallarına riayet edilmiş ve çalışma için elde edilen verilerde herhangi bir tahrifat yapılmamıştır. Çalışma için etik kurul izni gerekmemektedir.

### **Katkı Oranı Beyanı**

Çalışmadaki yazarların tümü çalışmanın yazılmasından taslağın oluşturulmasına kadar tüm süreçlere katkı yapmış ve nihai halini okuyarak onaylamıştır.

### **Çatışma Beyanı**

Yapılan bu çalışma gerek bireysel gerekse kurumsal/örgütsel herhangi bir çıkar çatışmasına yol açmamıştır.

### **KAYNAKÇA**

- Airbus (2021a). “A New Digital Era of Aviation: The Path Forward for Airspace and Traffic Management”, <https://www.airbusutm.com/a-new-digital-era> (22.05.2021).
- Airbus (2021b). “Urban Air Mobility: Safe, Sustainable and Convenient”, <https://www.airbus.com/innovation/zero-emission/urban-air-mobility.html> (22.05.2021).
- Airbus (2021c). “Urban Air Mobility: on The Path to Public Acceptance”, <https://www.airbus.com/newsroom/news/en/2019/02/urban-air-mobility-on-the-path-to-public-acceptance.html> (22.05.2021).
- Austria Airservices (2021). “Urban Air Traffic Management Concept of Operations”, <https://engage.airservicesaustralia.com/urban-air-traffic-management-concept-of-operations> (22.05.2021).
- Baptista, P., Melo, S. ve Rolim, C. (2014). Energy, Environmental and Mobility Impacts of Car-Sharing Systems Empirical Results from Lisbon, Portugal. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 111, 5 February 2014, 28-37.
- Bimbraw, K. (2015, July). Autonomous Cars: Past, Present and Future A Review of The Developments in The Last Century, The Present Scenario and the Expected Future of Autonomous Vehicle Technology. *In 2015 12th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO)*, 1, 191-198. IEEE.

- Tuncal, A. & Uslu, S. (2021). Kentsel Hava Hareketliliği Kavramının Gelişiminde İki Önemli Faktör: ATM ve Toplum. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 23(41), 564-577.
- Booz Allen Hamilton (2018). “Executive Briefing- Urban Air Mobility (UAM) Market Study”, <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/bah-uam-executive-briefing-to-post.pdf> (28.09.2021).
- Chan, W. N., Barmore, B. E., Kibler, J., Lee, P., O'Connor, N., Palopo, K., Thippavong, D., ve Zelinski, S. (2018). Overview of NASA’s ATM-X Project. *In 2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference*, Atlanta, Georgia. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2018-3363>.
- Choi, J. K. ve Ji, Y.G. (2015). Investigating the Importance of Trust on Adopting an Autonomous Vehicle. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 31(10), 692-702. doi: 10.1080/10447318.2015.1070549
- CORUS-XUAM (2021). “Need for a Harmonised Approach for the Integration of UAM into the Airspace”, <https://corus-xuam.eu/> (22.05.2021).
- Cotton, W. B. ve Wing, D. J. (2018). Airborne Trajectory Management for Urban Air Mobility. *In 2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference*, Atlanta, Georgia. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2018-3674>
- Deloitte Analytics Institute (2017). “Autonomous Driving in Germany”, [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/consumer-industrial-products/Autonomous-driving-in-Germany\\_PoV.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/consumer-industrial-products/Autonomous-driving-in-Germany_PoV.pdf) (26.09.2021).
- Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (DHMİ) (2021). “Uçuş Öncesi Bilgi Bülteni”. <https://ead.dhmi.gov.tr/> (30.04.2021).
- European Union Aviation Safety Agency EASA (2021a). “Drones: Commission Adopts New Rules and Conditions”. [https://ec.europa.eu/transport/modes/air/news/2021-04-22-drones\\_en](https://ec.europa.eu/transport/modes/air/news/2021-04-22-drones_en) (30.04.2021),
- European Union Aviation Safety Agency (EASA) (2021b). “Study on the Societal Acceptance of UAM Operations Across the European Union May 19, 2021”, <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/uam-full-report.pdf> (22.05.2021).
- Edwards, T. E., Verma, S. ve Keeler, J. (2019). Exploring Human Factors Issues for Urban Air Mobility Operations. *In AIAA Aviation 2019 Forum*, Dallas, Texas. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2019-3629>
- Embrear (2021). “EmbraerX and Airservices Australia Release Concept of Operations for Urban Air Mobility”. <https://embraer.com/global/en/news?slug=1206815-embraerx-and-airservices-australia-release-concept-of-operations-for-urban-air-mobility> (22.05.2021).
- EmbrearX (2021a). “Flight Plan 2030 An Air Traffic Management Concept For Urban Air Mobility”, [https://daflwcl3bnxyt.cloudfront.net/m/72d6ed98a71cb43f/original/200702\\_AF\\_EMBX\\_White\\_Paper\\_DM.pdf](https://daflwcl3bnxyt.cloudfront.net/m/72d6ed98a71cb43f/original/200702_AF_EMBX_White_Paper_DM.pdf) (22.05.2021).
- EmbrearX (2021b). “Urban Air Traffic Management- Concept of Operations- Design\_D11 – FINAL”, <https://embraerx.embraer.com/global/en/uatm> (22.05.2021).
- Federal Aviation Administration (FAA) (2021). “Airspace 101- Rules of the Sky”, [https://www.faa.gov/uas/recreational\\_fliers/where\\_can\\_i\\_fly/airspace\\_101/](https://www.faa.gov/uas/recreational_fliers/where_can_i_fly/airspace_101/) (22.05.2021).
- ICAO (2016). Ek 19 Emniyet Yönetimi.
- ICAO (2018a). Ek 11 Hava Trafik Hizmetleri.

- Tuncal, A. & Uslu, S. (2021). Kentsel Hava Hareketliliği Kavramının Gelişiminde İki Önemli Faktör: ATM ve Toplum. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 23(41), 564-577.
- ICAO (2018b). Ek 16 Çevresel Koruma.
- International Air Transport Association (IATA) (2021). "20 Year Passenger Forecast". <https://www.iata.org/pax-forecast/> (22.05.2021).
- Krueger, R., Rashidi, T. ve Rose, J. (2016). Preferences For Shared Autonomous Vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 69, 343-355. doi: 10.1016/j.trc.2016.06.015
- Kyriakidis, M., Happee, R. ve de Winter, J. C. (2015). Public Opinion on Automated Driving: Results of an International Questionnaire Among 5000 Respondents. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology And Behaviour*, 32, 127-140. doi: 10.1016/j.trf.2015.04.014
- Lascara, B., Lacher, A., DeGarmo, M., Maroney, D., Niles, R. ve Vempati, L. (2019). "Urban Air Mobility Airspace Integration Concepts: Operational Concepts and Exploration Approachs. MITRE CORP MCLEAN VA MCLEAN", <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1107997.pdf> (22.05.2021).
- Luppini, R. ve So, A. (2016). A Technoethical Review of Commercial Drone Use in the Context of Governance, Ethics, and Privacy. *Technol. Soc.*, 46, 109-119.
- Merat, N., Madigan, R. ve Nordhoff S. (2017). Human Factors, User Requirements, and User Acceptance of Ride-Sharing in Automated Vehicles. *International Transport Forum*, Paris. doi: <https://doi.org/10.1787/0d3ed522-en>.
- Moore, M. D. (2010). Aviation Frontiers—On Demand Aircraft. *10th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference*, Forth Worth, Texas. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2010-9343>.
- Moore, M. D., Goodrich, K., Viken, J., Smith, J., Fredericks, B., Trani, T., Barraclough, J., German, B. ve Patterson, M. (2013). High Speed Mobility through On-Demand Aviation. *In Aviation Technology, Integration, and Operations Conference*, Washington. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2013-4373>.
- Mueller, E. R., Kopardekar, P. H. ve Goodrich, K. H. (2017). Enabling Airspace Integration for High-Density On-Demand Mobility Operations. *In 17th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference*, Denver, Colorado. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2017-3086>.
- NASA (2021). "UAS Traffic Management (UTM) Project", <https://www.nasa.gov/utm> (22.05.2021).
- NATS Aeronautical Information Service (2021). "UAS Airspace Restrictions", [http://www.nats-uk.ead-it.com/public/index.php%3Foption=com\\_content&task=blogcategory&id=255&Itemid=466.html](http://www.nats-uk.ead-it.com/public/index.php%3Foption=com_content&task=blogcategory&id=255&Itemid=466.html) (22.05.2021).
- Postorino, M. N. ve Sarné, G. M. (2020). Reinventing Mobility Paradigms: Flying Car Scenarios and Challenges for Urban Mobility. *Sustainability*, 12 (9), 3581. doi: <https://doi.org/10.3390/su12093581>
- Ravich, T. M. (2019). On-Demand Aviation: Governance Challenges of Urban Air Mobility ("UAM"). *Penn St. L. Rev.*, 124, 657.
- SESAR Joint Undertaking (SESAR JU) (2021). "Europe-Wide Urban Air Mobility Demonstrations Get Off the Ground in bid for Greener Future", <https://www.sesarju.eu/news/europe-wide-urban-air-mobility-demonstrations-get-ground-bid-greener-future> (22.05.2021).

- Tuncal, A. & Uslu, S. (2021). Kentsel Hava Hareketliliği Kavramının Gelişiminde İki Önemli Faktör: ATM ve Toplum. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 23(41), 564-577.
- Sevinçel, P. (2018). “Aviation 4.0: The Age of Democratized Aerial Mobility”, <https://medium.com/aviaryproject/aviation-4-0-the-age-of-democratized-aerial-mobility-33c871f6f2a6> (28.09.2021).
- Shaheen, S., Cohen, A. ve Farrar, E. (2018). “The Potential Societal Barriers of Urban Air Mobility (UAM)”, <https://escholarship.org/content/qt7p69d2bg/qt7p69d2bg.pdf> (22.05.2021).
- Thippavong, D. P., Apaza, R., Barmore, B., Battiste, V., Burian, B., Dao, Q., Feary, M. S., Go, S., Goodrich, K. H., Homola, R. J., Idris, H. R., Kopardekar, P. H., Lachter, J. B., Neogi, N. A., Ng, H. K., Oseguera-Lohr, R. M., Patterson, M. D., and Verma, S. A. (2018). Urban air mobility airspace integration concepts and considerations. In *2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference*, Atlanta, Georgia. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2018-3676>.
- UBER (2020). “The Future of Air Mobility”, <https://www.uber.com/us/en/elevate/> (22.05.2021).
- Vascik, P. D. (2017). *Systems-Level Analysis of On Demand Mobility for Aviation. (Doctoral Dissertation)*. Massachusetts Institute of Technology. <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/109058> (22.05.2021).
- Vascik, P. D., Hansman, R. J. ve Dunn, N. S. (2018). Analysis of Urban Air Mobility Operational Constraints. *Journal of Air Transportation*, 26(4), 133-146.
- Vascik, P. D., Balakrishnan, H. ve Hansman, R. J. (2018). “Assessment of Air Traffic Control For Urban Air Mobility and Unmanned Systems”, <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/117686> (22.05.2021).
- Vascik, P. D. ve Hansman, R. J. (2018). Scaling Constraints For Urban Air Mobility Operations: Air Traffic Control, Ground Infrastructure, and Noise. In *2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference*, Atlanta, Georgia. doi: <https://doi.org/10.2514/6.2018-3849>.
- Villasenor, J. (2013). Observations From Above: Unmanned Aircraft Systems and Privacy. *Harvard Journal of Law and Public Policy*, 36 (2), 457-517.
- Wang, Y., Xia, H., Yao, Y. ve Huang, Y. (2016). Flying Eyes and Hidden Controllers: A Qualitative Study of People’s Privacy Perceptions of Civilian Drones in the US. *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies*, 2016 (3), 172-190.
- Worldmeters (2021). “World Population Forecast (2020-2050)”, <https://www.worldometers.info/world-population/> (23.04.2021).