

# Geleneksel Hava Taksi İle Kentsel Hava Hareketliliğinin Karşılaştırmalı Analizi\*

## Comparative Analysis of Traditional Air Taxi and Urban Air Mobility

Ömer Faruk SAVAŞ<sup>1</sup>, Yılmaz GÖKŞEN<sup>2</sup>

### Öz

Süper akıllı toplum 5.0'ın hedefleri arasında yer alan mobility devriminin hava ayağı olarak kabul edebileceğimiz, Kentsel Hava Hareketliliği (KHH) tanım olarak; bir şehir alanı içinde isteğe bağlı veya tarifeli hava taşımacılığı hizmetleri sağlamak için önerilen bir dizi araç ve operasyonel kavramı ifade etmektedir. Gelişen teknoloji ile beraber birçok alanda etkin olarak kullanılan ve her gün kullanım alanı genişleyen İnsansız Hava Aracı (İHA)'lar ve döner kanathava aracı sistemlerinden tümeşik bir konsept olarak ortaya çıkmıştır. Bu konsept içerisindeki VTOL (Dikey Kalkış ve İniş), eVTOL (Elektrik Tahrikli Dikey Kalkış ve İniş) ve STOL (Kısa Kalkış ve İniş) özelliklerine sahip hava platformlarıyla yakın gelecekte ulaşım, perakende kargo taşımacılığı, sağlık hizmetleri gibi alanlarda insanlı (yarı otonom) ve insansız (otonom) olarak kullanılmasında olası görülmektedir. KHH Sistemleri ile; öncelikle kısa mesafelerde küçük, bakım ve işletme maliyetleri düşük hava araçları kullanılacaktır. Bunun sonucunda seyahat rotaları kısaltacak ve ulaşımında harcanan zaman azaltacaktır. Konforlu seyahat ve şehir içi ulaşım maliyetlerinin düşmesi ile KHH sistemlerine erişim noktaları olan Vertiport'ların sayılarında doğrusal olarak artacaktır. Düşen idame/işletme maliyetleri ve konforlu hava ulaşımına kolay erişilebilirlik sonucunda; şehirlerdeki kara trafiğinin azalması, şehir içi hava kirliliğine doğrudan olumsuz etkisi olan karbon emisyon oranlarının düşmesi ve en önemlisi kısıtlı kaynak olan zamandan tasarruf sağlanması gibi faydalar beklenmektedir. KHH sistemlerinin şehirlerde kullanılmasına ilişkin olarak bu yeni sistemin, bilinen/geleneksel hava taksi hizmetleriyle karşılaştırılarak analiz edilmiştir. KHH ve geleneksel hava taksi hizmetleri hakkında uzman, havacılık sektöründe çalışmış ve/veya çalışmakta olan profesyonel havacılarla görüşmeler ve anketler yapılarak veriler toplanmıştır. Toplanan veriler ışığında SWOT analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerle, eVTOL hava aracı konseptlerinin karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Bulgular kısmında uzman görüşlerine yer verilmiştir. Sonuç ve değerlendirme kısmında ise KHH genel konsepti oluşturulmuş, YBS (Yönetim Bilişim Sistemleri) kapsamında yapılacak çalışmalar önerilmiştir. Analiz sonuçlarından elde edilen bilgiler değerlendirildiğinde, KHH sistemlerinin kendi içerisinde tehdit ve zayıf yönler barındırmalarına rağmen geleneksel hava taksi hizmetlerine kıyasla daha uygulanabilir sistemler olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. eVTOL hava araçlarını şehir alanları üzerinde yaygın kullanımıyla, yangın, deprem, orman yangını gibi olaylarda; gözetleme, ekiplerin koordinasyonu ve yönlendirilmesi, şehirin gözetimi gibi faaliyetlerde kullanılabilir oldukları sonucu ortaya çıkmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kentsel Hava Hareketliliği, Toplum 5.0, SWOT, Hava Taksi, Mobility, Vertiport, eVTOL, YBS

### Abstract

Urban Air Mobility (UAM); It refers to a proposed set of tools and operational concepts for providing on-demand or scheduled air transport services within a city area. It has emerged as an integrated concept from Unmanned Aerial Vehicles (UAV) and rotary wing aircraft systems, which are used effectively in many areas with the developing technology and whose usage area is expanding day by day. In this concept, air platforms with VTOL (Vertical Take-off and Landing), eVTOL (Electric Vertical Takeoff and Landing) and STOL (Short Take-off and Landing) features in areas such as transportation in the near future, manned (semi-autonomous) and unmanned (semi-autonomous) in retail cargo transportation, healthcare services. autonomous) seems possible. With UAM Systems; First of all, small aircraft with low maintenance and operating costs will be used in short distances. As a result, travel routes will be shortened and the time spent traveling will be reduced. The number of Vertiports, which are access points to UAM systems, will increase linearly with comfortable travel and decrease in urban transportation costs. As a result of reduced maintenance/operation costs and easy access to comfortable air transportation; Benefits such as reducing land traffic in cities, reducing carbon emission rates, which have a direct negative impact on urban air pollution, and saving time, which is a limited resource, are expected. Regarding the use of UAM systems in cities, this new system has been studied in comparison with

\* In this article, the principles of scientific research and publication ethics were followed/ Bu makalede bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyulmuştur.

<sup>1</sup> Ömer Faruk Savaş

ORCID ID: 0000-0002-9129-2971

Bilim Uzmanı, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri, İzmir, Türkiye. omerfaruk.savas@mezun.deu.edu.tr  
MSc., Dokuz Eylül University, Institute of Social Sciences, Management Information Systems, İzmir, Turkey. omerfaruk.savas@mezun.deu.edu.tr

<sup>2</sup> Yılmaz Gökşen

ORCID ID: 0000-0002-2291-2946

Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri, İzmir, Türkiye. yilmaz.goksen@deu.edu.tr

Prof. Dr., Dokuz Eylül University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Management Information Systems, İzmir, Türkiye. yilmaz.goksen@deu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received : 21.02.2023

Kabul Tarihi/Accepted : 06.05.2023

Çevrimiçi Yayın/Published : 10.05.2023

### Makale Atf Önerisi /Citation (APA):

Savaş, Ö. F., Gökşen, Y. (2023). Geleneksel Hava Taksi İle Kentsel Hava Hareketliliğinin Karşılaştırmalı Analizi. *İzmir Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1), 21-43.  
DOI: 10.47899/ijss.1251193

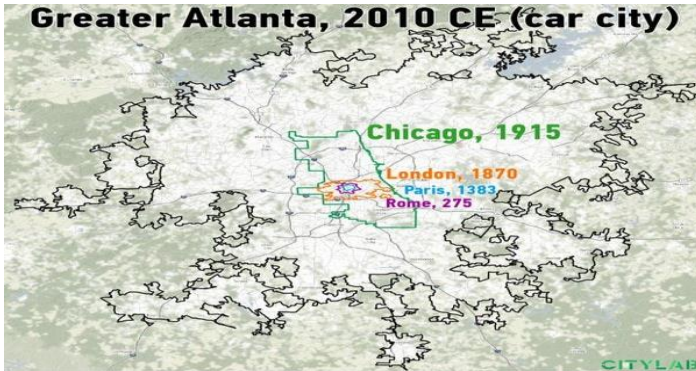
known/traditional air taxi services. Data were collected by conducting interviews and surveys with professional aviators who are experts in UAM and traditional air taxi services, have worked and/or are working in the aviation industry. In the light of the collected data, SWOT analyzes were made. A comparative analysis of eVTOL aircraft concepts was made with the obtained data. Expert opinions are included in the findings section. In the conclusion and evaluation part, the general concept of UAM was created and studies to be carried out within the scope of MIS (Management Information Systems) were suggested. When the information obtained from the analysis results is evaluated, it has been concluded that UAM systems are more applicable systems than traditional air taxi services, although they contain threats and weaknesses. With the spread of eVTOL aircraft over city areas, in events such as fire, earthquake, forest fire; It is concluded that it can be used in activities such as the surveillance, coordination and direction of the teams, and the surveillance of the city.

**Keywords:** Urban Air Mobility, Society 5.0, SWOT, Air Taxi, Mobility, Vertiport, eVTOL, MIS

## 1. GİRİŞ

İnsan tarih boyunca bir yerden başka bir yere ulaşmanın kolay ve hızlı yolunu aradı. Yerleşimlerini ulaşıma istedikleri noktaların su ve avlak alanları gibi yerlerin yakınına kurdular. Nüfusları artıca yeni kaynaklar, yeni alanlar aradılar ve bununla beraber ilk ulaşım problemi ile karşılaşmış olmalı ki; var olan teknolojilerini evirmek ve geliştirmek durumunda kaldılar. Bu süreç, teknolojik gelişmeler ve yenilikleri beraberinde getirdi. Tarihsel çerçevede, istenen hedeflere ulaşmayı kolaylaştırılma isteği insanları gelecek nesillere aktarılabilecek bir şey inşa etmek için zaman ve kaynaklarını kullanmaya itmiştir.

Antik şehirlerden, günümüz modern şehirlerine kadar bir şehrin şeklinin ve dağılımının, işe gidip gelme teknolojisi tarafından belirlendiği aşikâr. Antik çağlarda, bir şehrin yarıçapı birkaç km'den fazla değildi. Bu da 1 saatten kısa bir sürede yürünebilir bir mesafedir. 1800'lerde demiryolu taşımacılığının hayatımıza girmesiyle, insanlar çalışma alanlarından uzakta, tren istasyonlarına yakın yerlerde ikamet etmeye başladılar. 1900'lerin sonlarında otomobillerin ortak bir meta haline gelmesiyle şehiriçi ulaşım biçimlerinde değişmeye başladı. (<https://infinitiventures.substack.com/p/transportation-urban-air-mobility>, 10/09/2022).



**Şekil 1:** Ulaşım Gelişim ve Şehirler (<https://infinitiventures.substack.com/p/transportation-urban-air-mobility>, 10/09/2022).

Bu değişimle birlikte, şehir alanları içerisinde artan yoğunluk, trafik sıkışıklığı ve önlenemez şekilde yavaşlayan işe gidiş geliş hızları ile alternatif bir ulaşım şekli ve

dolayısıyla geleceğin şehirleri için yeni ulaşım çözümleri bir zorunluluk olmaya başlamıştır. Gelişen teknoloji ve hava araçlarının beraberinde gelişmesi kentsel hareketlilikte hava araçlarının kullanılması fikrini oluşturmuştur. Günümüzde ve yakın gelecekte de modern büyük şehirlerde insan ve lojistik, ulaştırma hizmetleri ile bu hizmetlerin güvenilir, hızlı ve zamanında yapılabilmesi büyük önem arz etmektedir. Bunu sağlayabilmenin en uygun yöntemi ise kentsel hava hareketliliği olarak adlandırılan yeni bir sistem ile yapılması ön görülmektedir.

## 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

### 2.1. Hava Taksi

Hava taksi, insanlara taksinin hizmet bölgesindeki konumlara isteğe bağlı uçuşlar sağlamak ve tipik olarak küçük havaalanları arasında çalışan bir uçuş kiralama hizmetidir. Çok hafif jetler gibi çeşitli küçük uçaklarla az sayıda yolcuya uçuş imkânı sunmaktadır. Bu hizmetler, insanların büyük havaalanlarını kullanmadan seyahat sürelerini kısaltmalarına olanak tanır (<https://www.wikimotors.org/what-is-an-air-taxi.htm>, 10/10/2022). Tarihsel olarak Kentsel Hava Hareketliliği helikopterlerle başlamıştır. Bell Flight 1946'da ilk sivil helikopter olan Bell 47'yi tanıttı. Ardından New York Airways 1953'te ilk Hava Taxisini piyasaya sürdü. Hava taksi hizmetleri, kırsal ve bölgesel ulaşımda, şehirlerden uzak kırsal alanlardaki insanların kendilerini dünyaya bağlaması, ürün, malzeme, lojistiği ve tıbbi tesislere ulaşması için hava taksi hizmetlerini kullandığı 1920'lere kadar uzanmaktadır (<https://www.flight-crowd.com/post/rural-air-mobility-connecting-rural-areas-with-the-world>, 11/10/2022).

Hava taksiler öncelikle maden, araştırma faaliyetleri, deniz platformlarına lojistik tedarik ve ulaşım gibi alanlarda kullanılmışlardır. Hava taksilerin her gün uzun mesafe kat eden milyonlarca yolcu için kara taşımacılığına uygun bir alternatif olması beklendiğinden, büyük bir talebe dayanabilecek, güvenilir ve emniyetli bir hava aracı olmaları çok önemlidir (Rajendran ve Pagel, 2020: s2). Büyük Boeing ve Airbus uçakları yüzlerce yolcu taşıyacak şekilde tasarlanmıştır. Bu uçaklar iniş ve kalkışları için uzun pistlere ihtiyaç duyarlar ve bu nedenle tüm havaalanlarında

çalışamazlar. Bu nedenle birçok şehir, havayollarına uygun bir pazar sunamaz. Günlük olarak bir uçuş rotasına sahip olmak için yeterli sayıda yolcu bulunmamaktadır. Hava Taksi endüstrisi, ekonomik olarak daha az yolcu taşıyabilen ve daha kısa pistlerden iniş kalkış yapabilen daha küçük uçaklar kullanarak, tüm havalimanlarına hava ulaşımı sağlamayı amaçlamaktadır ([https://skymax.com/history-of-air-taxi-in-the-usa\\_771241/](https://skymax.com/history-of-air-taxi-in-the-usa_771241/), 08/09/2022). Ülkemizde ise hava taksi hizmetleri en fazla on dokuz koltuk kapasitesine sahip Türk tescilli hava araçları ile ticari hava taşımacılığı yapan işletmeler Hava Taksi işletmeleri olarak adlandırılmaktadır. Ülkemizde 51 adet Hava Taksi işletmesi bulunmaktadır. En fazla on dokuz koltuk kapasitesine sahip hava araçları ile ticari hava taşımacılığı yapacak işletmeler (Hava Taksi İşletmeleri) için işletme ruhsatı (AOC – Air Operator Certificate) Ruhsatlandırma Süreci Rehber Dokümanı'na tabidir (<https://web.shgm.gov.tr/tr/havacilik-isletmeleri/2063-hava-tasima-isletmeleri,09/09/2022>).

Ülkemizde hava taksi hizmetlerinin sağlanmasında, Büyükşehir Belediyeleri gibi örnekleri olsa da genel olarak hava taksi hizmeti özel teşebbüsler tarafından verilmektedir. Mersin Büyükşehir Belediyesi 2019 yılında hava taksi hizmeti vermeye başlamıştır. İlk uçuşunu Gülnar'dan Antalya'ya gerçekleştirmiştir (<https://www.ulusal.com.tr/haber/8486970/mersinde-hava-taksi-hizmete-girdi-hava-taksi-ne-kadar,14/10/2022>). Bursa Büyükşehir Belediyesi BURULAŞ, 2013 tarihinde Deniz Uçağı işletmeciliğine ve Helitaksi işletmeciliğine başlamıştır. 2017 yılında yönetsel problemler ve aksayan uçuş operasyonları, SHGM izinleri ve yüksek maliyetler gibi nedenlerle hava taksi hizmetlerini sonlandırdıkları bilinmektedir. Sabit kanat ve rotorlu hava araçları ile yapılan hava taksi hizmetleri dünyada ve ülkemizde yüksek maliyetlerden kaynaklı, yüksek kiralama bedelleriyle üst gelir gurubu bir kesim tarafından kullanılabilen, pahalı bir ulaşım türü olarak hizmetlerine devam etmektedir.

## 2.2. Kentsel Hava Hareketliliği

Süper akıllı toplum 5,0'ın hedefleri arasında yer alan, mobility devriminin hava ayağı olarak kabul edebileceğimiz Kentsel Hava Hareketliliği (KHH), tanım olarak bir şehir alanı içerisinde kendileri için Hazırlanmış bir alandan (Vertiport), insanlı/insansız hava araçlarıyla, insan ve lojistik malzemelerin alınarak, belirlenmiş bir başka noktaya karşılıklı olarak taşınması, isteğe bağlı veya tarifeli hava taşımacılığı hizmetleri sağlamak için önerilen bir dizi araç ve operasyonel kavramı ifade etmektedir. KHH, kentsel ve banliyö alanlarında diğer hava araçlarına göre daha düşük irtifalarda yolcuları veya kargoları taşıyacak, yüksek düzeyde otomatikleştirilmiş hava araçlarını kullanacak,

güvenli ve verimli bir havacılık, ulaşım sistemi olacağı öngörülmektedir. KHH, hava araçlarının evrimini ve güvenliğini, operasyon çerçevesini, hava sahasına erişimini, altyapı gelişimini ve toplumun katılımını dikkate alan bir ekosistemden oluşacaktır ([https://www.faa.gov/uas/advanced\\_operations/urban\\_air\\_mobility,02/09/2022](https://www.faa.gov/uas/advanced_operations/urban_air_mobility,02/09/2022)).

Şehiriçi hava sahasının ticari olarak kullanılması için teknoloji geliştirici birçok firma tüm hızlarıyla çalışmaktadır. Hava taksilerin şehiriçi seyahatleri zaman açısından verimli ve konforlu bir hale getirme potansiyeli düşünüldüğünde oldukça bakir ve heyecan verici bir sistem olduğu aşikârdır. FAA, EASA ve ICAO, gibi havacılık otoriteleri; sertifikasyon, uçuş emniyeti, hava trafik yönetimi ve yasal mevzuat çalışmaları tüm hızıyla devam etmektedir. Avrupa Birliği Havacılık Güvenliği Ajansı (EASA) ve Avrupa Hava Seyrüsefer Güvenliği Örgütü (EUROCONTROL)'ün desteğiyle, uçuş operasyonları, diğer ulaştırma sistemleri ile bağlantı, idame/işletme, altyapı ihtiyacı hazırlıkları süratle devam etmektedir. VTOL Uçakları için "Özel Koşul" (SC-VTOL) yayınlanmasının ardından, Avrupa Birliği Havacılık Güvenliği Ajansı (EASA) şimdi "Özel Durum VTOL ile Önerilen Uyumluluk Araçlarını" yayınladı. Bu yeni eVTOL uçakları için Avrupa'da oluşturulan sertifikasyon yolunda daha fazla netlik sağlamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde KHH sistemleri için çalışmalar bulunmaktadır. Amerikan Federal Havacılık İdaresi'nin (FAA) yaklaşımı, Kentsel Hava Hareketliliği sistemleri için uygulamada EASA'nın yaklaşımından farklıdır. Her üreticiye uyan tek bir yaklaşımla başlamak yerine, daha özel bir süreç için 14 Federal Düzenlemeler Yasası (CFR) § 21.17 (b) hükümleri kullanılacaktır. Belirli bir hava taşıtı için operasyon kavramının ayrıntılı bir değerlendirmesinden sonra, FAA, 14 CFR § 23, 25, 27, 29, 31, 33 ve 35'te hangi sertifika standartlarının kullanılması gerektiğini belirleyecektir (<https://verticalmag.com/opinions/easa-faa-eVTOL-standards/,02/09/2022>).

Ülkemizde SHGM (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü) hava aracı sertifikasyonu kapsamında EASA tarafından 2019 ve 2021 yılları arasında yayımlanan Part-21 yasal mevzuatı değişiklikleri bu kapsamdaki ulusal mevzuat olan Hava Aracı ve İlgili Ürün, Parça ve Cihazın Uçuşa Elverişlilik ve Çevresel Sertifikasyonu Talimatı (SHT-21) revize edilerek yürürlüğe girmiştir (<https://web.shgm.gov.tr/tr/mevzuat/6796-quot-hava-araci-ve-ilgili-urun-parca-ve-cihazin-ucusa-elverislilik-ve-cevresel-sertifikasyonu-sht21-quot-konulu-talimat-revize-edilmistir,02/09/2022>).

Kentsel Hava Hareketliliğinin önümüzdeki birkaç yıl içerisinde Avrupa'da hizmete girmesi beklenmektedir. Dikey kalkış ve iniş kabiliyetine haiz eVTOL hava aracı sistemlerinde kullanılan elektrik tahrikli motorlar ve



geliştirilmiş pil kapasiteleri gibi yeni teknolojilerdeki gelişmeler, KHH sistemlerinin hayatımıza girmesini mümkün kılacaktır. İlk KHH operasyonlarının, dronlar ile ürün teslimatı olması ve VTOL hava araçlarının sistemin başlangıcında pilotlu yolcu taşımacılığıyla yapılması beklenilmektedir. Daha sonraki aşamalarda ise yarı otonom ve otonom olarak hizmet vermesi hedeflenmektedir (<https://www.easa.europa.eu/domains/urban-air-mobility-KHH,02/09/2022>).

Türkiye’de İzmir, İstanbul gibi şehirler EIP-SCC (Avrupa İnovasyon Akıllı Şehirler ve Topluluklar Ortaklığı) üyesidir. Avrupa’da kentsel hareketliliğin üçüncü boyuta taşınmasına katkıda bulunmayı amaçlayan EIP-SCC’nin, eVTOL hava araçlarını kentsel hareketlilik topluluğuna dahil edeceği bilinmektedir. Dağıtım stratejisi ve yol haritasının tanımlanmasına yönelik ortaklaşa çalışmayı içeren bu yeni nesil kentsel hareketlilik çözümlerinin üçüncü boyuta taşınmasına katkıda bulunmayı amaçlayan bir dağıtım stratejisi tanımlanmasına yönelik çalışılmalar yürütülmektedir ([https://nws.eurocities.eu/MediaShell/media/8784\\_EIP\\_SCC\\_Urban\\_Mobility\\_Flyer\\_HiRes.pdf,02/09/2022](https://nws.eurocities.eu/MediaShell/media/8784_EIP_SCC_Urban_Mobility_Flyer_HiRes.pdf,02/09/2022)).



**Şekil 2:** KHH Şehir Konsepti (Agouridas ve diğerleri, 2021, s11)

Yeni gelişmekte olan KHH sistemlerini emekleme, yürüme ve koşma olarak 3 sınıfta ele alabiliriz;

#### Emekleme aşaması:

- Pilot projeler
- Gösteri uçuşları tanıtımlar
- Veri toplama
- Halkın katılımı, benimsenme ve mevzuat

#### Yürüme aşaması:

- Mevcut teknoloji ve altyapı kullanımı
- Yeni teknoloji ve altyapı geliştirilmesi

#### Koşma aşaması:

- Yeni teknoloji ve altyapının ölçeklendirilmesi

- Lisans ve gerekli izinlerin kolaylaşması
- Gizlilik ve verimlilik için veri yönetimi uygulamaları geliştirilmesi
- Halkın güvenliği için hukuki boyutların belirlenmesi

KHH sistemleri için eVTOL hava aracı geliştirmek için şu anda dünyamızda birçok proje bulunmaktadır. Projelerin amacı, şehir trafiğine alternatif temiz enerji kaynakları kullanarak, daha sesiz ve ulaşılabilir ulaşım sistemleri geliştirmek ve şehir merkezlerini ilçelere bağlamaktır. Otonom ve yarı otonom eVTOL hava araçlarını kullanan KHH sistemleri, daha verimli pil teknolojileri, gelişmiş üretim, işleme, kompozit üretim sistemleriyle ve bunlarla sınırlı olmayan farklı disiplinden teknolojilerin bir araya gelmesiyle geliştirilmektedir. eVTOL teknolojisinin mevcut altyapıya bir ölçüde entegre edilebileceği öngörülmektedir. Ancak sistemler geliştikçe yeni altyapı maliyetlerine neden olması muhtemeldir. KHH sistemleri çevresel emisyonları ve gürültü kirliliğini büyük ölçüde azaltma potansiyeline de sahiptir. Dünyamızda ulaşım kaynaklı sera gazı oluşumunun göz ardı edilemeyecek seviyelere ulaştığı, göz önüne alındığında, eVTOL hava araçları sürdürülebilir bir geleceğe giden yolu açabilir. Havayolu ile seyahat etmenin pahalı ve az tercih edilen bir seyahat şekli olduğu halk nezdinde kanıksanmış olsa da kuvvetle muhtemel bu kanının nedeni; düşük üretim, ürün ve hizmette sürekli yenilenmesinde olan eksiklikten kaynaklanmaktadır. Mevcut şehirlerin büyümesinde bu yenilikçi teknolojinin, şehir merkezlerindeki yoğunluğunu kırma ve şehrin, ekonomik büyümesini dağıtma potansiyeline sahip olduğu ön görülmektedir. KHH sistem ve teknolojileri geliştikçe, daha ferah ve dağıtılmış şehirler inşa etmek mümkün olacaktır. Şu an için KHH yeni ve bakir sistem olmakla beraber yetersiz finanse edilende bir pazardır. Ancak KHH her sistemde olduğu gibi, fırsatları, tehditleri, güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır. KHH sistemleri için hava aracı ve teknoloji üreten öncü firmalar günümüzde Lilium ve Volocopter gibi yeni teknoloji şirketleri olsa da Airbus ve Boeing gibi havacılıkta sektör lideri olan firmalar fırsatları yakalamak ve pazarda yer edinmek için eVTOL hava aracı ve teknolojilerini geliştirme çalışmalarını sürdürmektedir. Elektrikli Dikey Kalkış ve İniş (eVTOL) teknolojisi, hava taşımacılığında değerler dizisini değiştiren teknoloji olarak yükselmektedir. Bu yeni teknolojinin teknik yönleri hız, menzil, yük, gürültü ve güvenlik olarak 5 serbestlik derecesine hitap etmektedir (<https://infiniteventures.substack.com/p/transportation-urban-air-mobility,02/09/2022>).

### 2.3. Sistem Bileşenleri

KHH sistemlerini Hava, Yer ve Yasal mevzuatlar olarak üç grupta toplayabiliriz.

### 2.3.1. Hava bileşenleri

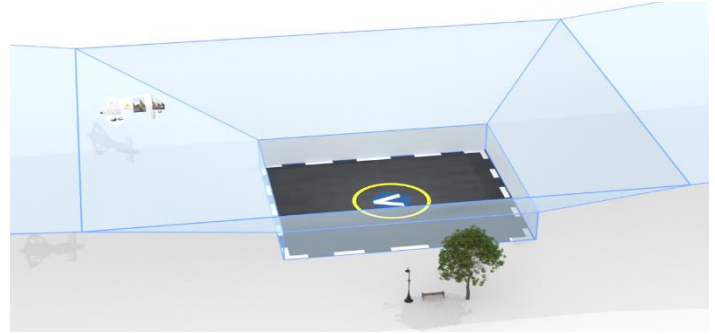
VTOL; dikey kalkış ve iniş kabiliyetine haiz insanlı/yarı otonom ve insansız/otonom hava araçlarıdır. VTOL hava aracı üzerine monte edilmiş pervaneler veya fanlar kaldırma kuvveti oluşturarak koşu pisti ihtiyacı olmaksızın dikey olarak kalkabilen, havada asılı (hover) kalabilen ve aynı koşullarda inişlerini gerçekleştiren hava araçlarıdır. Tüm bu özellikleri VTOL sınıfı hava araçlarını geleneksel hava araçlarından ayırmaktadır. VTOL uçakları, dikey olarak kalkabilen, havada asılı kalabilen (hover) ve inebilen sabit kanatlı uçakların yanı sıra helikopterleri ve tilt rotorlar gibi motorlu rotorlu diğer uçakların kabiliyetlerini bünyelerinde barındırmaktadır. Bazı VTOL uçakları, CTOL (geleneksel kalkış ve iniş), STOL (kısa kalkış ve iniş) ve/veya STOVL (kısa kalkış ve dikey iniş) gibi diğer modlarda da çalışabilir. Bazı VTOL hava araçları helikopterler gibi, uçağın yatay hareketini yapacak iniş takımlarından yoksun olması nedeniyle yalnızca VTOL olarak çalışabilmektedir (<https://howthingsfly.si.edu/propulsion/vertical-flight>, 02/09/2022).

eVTOL; Geliştirilmekte olan teknolojiyle birlikte VTOL hava araçlarının KHH sistemlerinde kullanılacak versiyonları, karbon bazlı yakıtlar yerine kaldırma ve uçuş için gerekli güç ihtiyaçlarını elektrik motorları ve gelişmiş pillerden almaktadırlar. Bu tip VTOL hava araçları eVTOL hava aracı olarak tanımlanmaktadır.

eSTOL; Elektrikli Kısa Kalkış ve İniş uçakları (eSTOL), pil teknolojisini kullanan ve elektrikten itici güç elde eden STOL uçakları kategorisini ifade eder. eSTOL uçakları, ortalamadan daha kısa pistlere inip kalkabilmektedir (<https://www.flight-crowd.com/estol>, 02/09/2022). Kısa bir pist koşusu ile uçuş için gerekli olan kaldırma kuvvetini elde edebilen elektrik tahrikli kısa kalkış ve iniş kabiliyetine haiz hava araçlarıdır. KHH sistemlerinin farklı şehir ve operasyon konseptlerinde eVTOL, eSTOL hava araçları kullanılması muhtemeldir.

### 2.3.2. Yer bileşenleri

KHH sistemlerinde yer bileşenleri; yolcu, hava aracı hizmetleri, hava aracı ve yer sistemleri arasındaki haberleşme, komuta kontrol araçları ile kullanıcı bilgi sistemlerini içerir. VertiPort'lar, Havaalanlarına benzeyen, eVTOL/eSTOL hava araçlarının iniş ve kalkışlarını gerçekleştirebilecekleri, hat seviyesi bakım, batarya şarj/değişimi gibi tüm yer hizmetlerini kapsayan işlemlerin yapıldığı yerlerdir. Aynı şekilde, yolcuların binış ve inişlerinin koordine edildiği, belirli bir düzen içerisinde ve uluslararası/yerel otoritelerce yasal mevzuatlar dâhilinde kurulup işletilen alanlardır.



**Şekil 3:** VertiPort Model

(<https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/easa-issues-worlds-first-design-specifications-vertiports>, 02/09/2022)

EASA, kentsel alanlar dâhil olmak üzere Avrupa genelindeki yerlerde hava taksileri gibi KHH hizmetlerinin güvenli çalışması için gereken yer altyapısı olan vertiportların tasarımı için dünyanın ilk kılavuzunu yayınlamıştır (<https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/easa-issues-worlds-first-design-specifications-vertiports>, 02/09/2022).



**Şekil 4:** Vertiport Singapur

(<https://www.volocopter.com/wp-content/uploads/air-taxi-voloport-01-scaled.jpg>, 02/09/2022)



**Şekil 5:** Vertiport Singapur 1

(<http://skt.skku.edu/news/articleView.html?idxno=853>, 02/09/2022)

KHH endüstrisine ve karar vericilere kılavuz edecek olan PTS-VPT-DSN (Gelişmiş Kategoride Sertifikalı İnsanlı VTOL-Yetenekli Uçaklarla Çalışmak için VFR Vertiport'ların Tasarımı için Vertiports Prototip Teknik Spesifikasyonları) dokümanı dikey kalkış/ iniş kabiliyetine haiz yeni nesil VTOL hava araçlarının operasyonel yeteneklerine göre

uyarlanmıştır. Singapur KHH çalışmaları kapsamında, Ekim 2019'da Volocopter tarafından dünyanın ilk tam ölçekli vertiportu Akıllı Ulaşım Sistemleri (ITS) Dünya Kongresi'nde tanıtılmıştır.

### 2.3.3. Yasal Mevzuatlar

KHH, şehir ve kent alanlarında düşük irtifalarda şehiriçi ulaşımı ve kargoları taşıyacak, yüksek düzeylerde otomatikleştirilmiş otonom ve yarı otonom hava araçlarını kullanarak güvenli ve verimli bir havacılık ulaşım sistemi oluşturulmayı, hava araçlarının gelişimini ve güvenliğini, operasyon konseptlerini, hava sahası kullanımını, altyapı gelişimini ve toplumun katılımını dikkate alan bir ekosistem oluşturmayı amaçlamaktadır.

KHH, sistem ve bileşenlerinin yasal mevzuatları için Türkiye'de SHGM, Amerika'da FAA, Avrupa'da EASA ve ICAO (International Civil Aviation Organization) hava aracı, yer sistemleri ve hava trafik kontrol usul ve esasları belirlemek için çalışmaktadır.

ICAO (Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü); Chicago Konvansiyonu'na (7 Aralık 1944) imza atan 52 ülke tarafından, Birleşmiş Milletler kuruluş kararnamesinin 43. maddesine dayanarak 4 Nisan 1947 tarihinde kurulmuştur. Aynı yılın Ekim ayında ise, Birleşmiş Milletlerin yasal havacılık organı olarak kabul edilmiştir.

Uluslararası sivil havacılık organizasyonu küresel sürdürülebilir sivil havacılık sisteminin büyümesini sağlamak için devletlerin küresel forumu olarak hizmet etmektedir. Politikalar ve standartlar geliştirmek, uygunluk denetimlerini üstlenerek çalışmalar/analizler yapmak, üye devletlerinin ve paydaşlarının işbirliği yoluyla havacılık kapasitesinin geliştirilmesini sağlamayı amaçlamaktadır.

ICAO'nun amaç ve hedeflerini ana hatları ile aşağıdaki biçimde özetlemek mümkündür:

- Sivil havacılığın uluslararası bağlamda ve küresel ölçekte güvenli ve düzenli gelişimini sağlamak,
- Uçuş emniyetini geliştirmek,
- Uçuş ve havaalanı güvenliğinin sağlanmasına destek olmak,
- Hava araçlarının barışsever amaçlar için yapım ve işletimlerini desteklemek,
- Daha etkin uluslararası sivil havacılık için havayolları, havaalanları ve hava seyrüsefer tesislerinin gelişimini sağlamak,
- Güvenli, düzenli ve ekonomik hava taşımacılığının küresel gereksinimlerini karşılamak,
- Haksız rekabetin yol açabileceği israfı önlemek,

- Taraf ülkelerin haklarını tam olarak korumak ve ülkelere uluslararası havayolu işletmeciliği konusunda fırsat eşitliği sağlamak, taraf ülkeler arasında ayrımcılık yapmamak,

- Uluslararası sivil havacılığı ilgilendiren tüm konuların gelişimi ve yenilenmesi için çaba göstermektir ([https://www.mfa.gov.tr/uluslararasi-sivil-havacilik-orgutu-\\_icao\\_.tr.mfa,04/09/2022](https://www.mfa.gov.tr/uluslararasi-sivil-havacilik-orgutu-_icao_.tr.mfa,04/09/2022))

FAA (Federal Aviation Administration); ABD Ulaştırma Bakanlığı'na bağlı havacılık ile ilgili düzenlemeleri yapan devlet kurumudur. 1958 yılında kurulmuştur (<https://www.airnewstimes.com/faa-nedir-ve-ne-zaman-kurulmustur-17018-haberi.html,02/09/2022>)

- Sivil havacılık emniyetinin artırılması amacıyla gerekli düzenlemelerin yapmaktadır. FAA bu kapsamda; hava araçlarının üretimi, işletilmesi ve bakımına yönelik düzenlemeleri ve standartları/ölçütleri belirlemenin yanı sıra havalimanlarının ve uçuş personelinin sertifikasyonunu da sağlamaktadır.

- Yeni havacılık teknolojilerinin ve sivil alandaki yeniliklerin destekler seyrüsefer için kullanılan elektronik destek araçlarının üretimi ve bu sistemlerin uçaklara yerleştirilmesi, yine FAA'nın önemli görevleri arasındadır. Elektronik uçuş sistemlerinin bakımı, işletilmesi ve kalite kontrolünün yanında, havacılıkta kullanılan tüm seyrüsefer, hava trafik kontrolü, ses ve veri iletim/aktarım (muhabere) sistemleri ile radarlar, bilgisayarlar, çok işlevli göstergeler/ekranlar gibi önemli bileşenlerin idamesini de FAA yapmaktadır.

- Hem askeri hem de sivil uçaklar için hava trafik kontrolü ve seyrüsefer sistemlerinin geliştirilmesi ve işletilmesi sürecini yönetmektedir. Hava trafik kurallarını geliştiren ve belirleyen FAA, hava trafiğini de fiilen kontrol eder. Kurum, bu amaçla; havalimanlarındaki kontrol kuleleri, hava trafiği kontrol merkezleri ve uçuş hizmeti sağlayan istasyonlardan oluşan oldukça kapsamlı bir ağı işletmektedir.

- ABD'nin Ulusal Hava Sahası Sistemi (National Airspace System – NAS) ve sivil havacılık kapsamındaki AR-GE faaliyetlerinin yürütülmesini yürütmektedir.

- Sivil havacılık kaynaklı, çevre ve ses kirliliğinin azaltılmasına yönelik projeler hazırlanması ve yürütülmesini takip eder.

- Ticari uzay taşımacılığını kapsayan düzenlemelerin ABD sınırları içerisinde yapılması kapsamında; ABD'de son dönemde adını sıkça duyduğumuz Space-X ve Blue Origin gibi uzay taşımacılığı yapan özel firmaların fırlatma tesislerinin ve her türlü yükün uzaya gönderilmesiyle bağlantılı lisanslarını FAA vermektedir



(<https://northfly.aero/blog/havacilik-kuruluslari-nelerdir-icao-easa-sghm-jaa-faa,02/09/2022>).

EASA: Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı (EASA); Avrupa Birliği'nin sivil havacılık güvenliği çerçevesinde oluşturduğu ve 2010 itibarıyla JAA'nın (Müşterek Havacılık Otoriteleri) yerini alan girişimidir. EASA, İngilizce European Aviation Safety Agency ifadesinin kısaltmasıdır.

EASA, 15 Temmuz 2002 tarihinde hizmete girmiş ve Avrupa hava sahasıyla ilgili bir güvenlik kurumudur. Merkezi Almanya'nın Köln şehrinde ve tüm üye uluslardan yaklaşık 300 görevli çalıştırmaktadır. ABD'de bulunan FAA'ya benzer şekilde, Avrupa hava sahası içinde, hava ve havacılıkla ilgili her türlü hava aracı, uçuş, üretim, müdahale, etkinlik ve geçerli güvenlik mevzuatların takibi ve uygulanmasını kontrol edip uçuş ve yer güvenliğini sağlamaktır (<https://www.havajet.com/bunlari-biliyor-musunuz/easa-european-aviation-safety-agency/,02/09/2022>).

SHGM (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü); Ulaştırma Bakanlığı'na bağlı olarak, kamu tüzel kişiliğine haiz, özel bütçeli statüde kurulmuş olan Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün görev yetki ve sorumlulukları, 18/11/2005 tarihli ve 25997 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanan 5431 sayılı "Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun" ile belirlenmiştir. Bu çerçevede SHGM'nin görev, yetki ve sorumlulukları aşağıda genel hatları ile özetlenmiştir.

- Sivil havacılık faaliyetlerinin teknik, ekonomik ve sosyal gelişmeleri kamu yararına ve milli güvenlik amaçlarına uygun olarak kurulmasını ve geliştirilmesini sağlayacak esasları tespit etmek, uygulanmasını takip etmek ve denetlemek.
- Türkiye hava sahasında faaliyette bulunan sivil uçakların uçuşa elverişlilik şartlarını tayin etmek ve belgelerini tanzim ederek sicillerini tutmak, mürettebat ehliyetlerini mevzuata göre denetlemek.
- Türk sivil havacılık sahasında görev alan ve ihtisası dolayısı ile gerekli görülen personelin ehliyet şartlarını tayin etmek ve lisanslarını tanzim ederek sicillerini tutmak.
- Yurt içinde ve dışında hava ulaştırma faaliyetlerinde bulunmak isteyen Türk ve yurt içinde ulaştırma faaliyetlerinde bulunmak isteyen yabancı gerçek veya tüzel kişilere verilecek izinlerin esaslarını ve şartlarını hazırlamak, faaliyetlerini denetlemek.
- İlgili kuruluşların görüşlerini almak suretiyle, Türkiye hava sahasında sivil uçakların seyrüseferini, trafik haberleşme hizmetlerini kamu güvenliği bakımından düzenlemek, denetlemek, gerekli tedbirleri almak ve aldirtmak.

- Hava seyrüsefer güvenliği bakımından hava meydanlarının teknik niteliklerini ve işletme esaslarını tayin etmek ve uygulamaları denetlemek.
- Milletlerarası sivil havacılık sahasındaki gelişmeleri takip ederek ülkemiz sivil havacılık faaliyetlerinde bu gelişmelerin uygulanması için tedbirler almak, sivil havacılıkla ilgili planların hazırlanmasını sağlamak ve uygulaması ile ilgili faaliyetlerde diğer milletlerarası kuruluşlarla işbirliği yapmak.
- Türkiye hava sahasında hava arama ve kurtarma hizmetlerinin yapılması hususunda ilgili kuruluşlarla işbirliği sağlamak ve sivil havacılık kazalarını tahkik etmek, tahkikat sonuçlarına göre gerekli tedbirleri almak.
- Sivil havacılık eğitim müesseselerinin kuruluş ve çalışma esaslarını tayin etmek ve denetlemek.
- Sivil havacılık faaliyetleri ile ilgili olarak konulmuş mevzuat ve kurallara aykırı hareket eden gerçek ve tüzel kişiler hakkında kanuni yollara başvurmak.
- Hava ulaştırması konusunda milletlerarası ikili ve çok taraflı antlaşmaların uygulanmasını takip etmek, bunlarla ilgili çalışmalara katılmaktadır. (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Hava Seyrüsefer Yıllık Emniyet Raporu, 2010, s3).

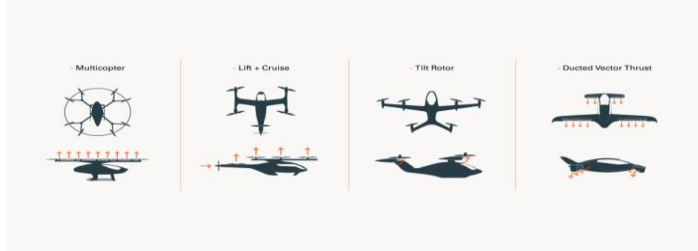
#### 2.4. Hava Aracı Tipleri

Hava aracı üreticileri bir eVTOL uçağının performansını belirleyen serbestlik derecelerinin (yüksek hız, uzun menzil, yüksek faydalı yük, düşük gürültü düzeyi ve yüksek güvenlik) beşinde de en iyi performansı gösteren hava araçları tasarlamak için çalışmaktadır.

Her şeyden önce, hava aracı tavizsiz bir şekilde güvenli olmalıdır. Ayrıca, kentsel alanlara uçmak için yeterince düşük gürültü oranlarına, tüm bölgeleri birbirine bağlamak için yeterince yüksek bir menzile ve hıza sahip olmalıdırlar (<https://lilium.com/newsroom-detail/lilium-architecture-design-principles,06/09/2022>).

Hava aracı tasarımındaki bu beş kısıt birbirleriyle doğrudan ilişkili ve çoğu zaman birbirleriyle ters orantılıdır. Örneğin; Taşıdığınız faydalı yükü artırmak, istenilen bir durum iken karşılığında bu kaldırma kuvvetini oluşturmak için harcayacağınız elektrik gücündeki artış, istenmeyen bir durumdur. Kullanılan elektrik enerjisindeki artış kısa sürede boşalan bataryalar anlamına geldiğinden, uçuş menziline de olumsuz yönden etkileyecektir. Tüm bu kısıtlar göz önüne alınarak tasarlanan, her bir hava aracı konseptinin kendi artıları ve eksileri olduğu dört farklı eVTOL hava aracı tipi bulunmaktadır. Bunlar; Multicopters, Lift + Cruise, Tilt Rotor ve Ducted Vectored Thrust konseptleri (Şekil 6) eVTOL uçağının tasarımında önemli bir faktör Disk

Yüklemedir (ağırlığının toplam ana rotor disk alanına oranı). Daha yüksek disk yükü, daha fazla motor gücü gerektiği ve önemli miktarda gürültü oluşması anlamına gelir. Geleneksel helikopterlerin verimsiz ve gürültülü olmasının nedenlerindedir(<https://infiniteventures.substack.com/p/transportation-urban-air-mobility>, 10/09/2022).



**Şekil 6:** eVTOL Hava Aracı Konseptleri (<https://lilium.com/newsroom-detail/lilium-architecture-design-principles>, 06/09/2022).

#### 2.4.1. Multicopter

Multicopter hava araçlarında kaldırma ve ileri hareketi sağlayan güç üniteleri sabit konumdadır ve her zaman kaldırma kuvveti oluştururlar. Bu hava aracı konsepti, en kısa uçuş mesafelerini sunan seçenektir. Genel olarak en basit konsepttir, çünkü itme vektörü gibi parçaları yoktur. Şehir içi kısa mesafe yolcu nakli, tıbbi acil durum personelinin bir kaza mahalline taşınması, hastaların bir hastaneye taşınmasını veya doğrudan yangın söndürme için de kullanılabilirler.



**Şekil 7:** Volocity Multicopter Evtol (<https://www.volocopter.com/solutions/volocity/>, 06/09/2022)

Multicopter mimarileri nispeten basittir, düşük disk yükü nedeniyle dikey kalkış, iniş ve havada asılı kalma sırasında çok verimlidirler. Ancak, kanatları olmadığından, multicopterler seyir verimliliğinden yoksundur. Bu durum (KHH) pazarlarında kullanım alanlarını sınırlamaktadır. Ayrıca, genel uçak ağırlığına ek olarak, seyir uçuşu sırasında verimsizliği telafi etmek için daha fazla pil enerjisine ihtiyaç duymaktadırlar (<https://lilium.com/newsroom-detail/lilium-architecture-design-principles>, 06/09/2022).

#### 2.4.2. Kaldırma + Seyir (Lift + Cruise)

Kaldırma + Seyir (Lift + Cruise) konseptinde üretilen eVTOL'ler, havada asılı kalma (hover) ve seyir aşamaları için

ayrı tahrik/güç ünitelerine sahiptir. Seyir aşamasında kaldırma kuvvetini kanatlarından alırlar. Kaldırma + seyir tipi hava araçları, multicopter hava araçlarından daha uzun mesafeler kat etmek için uygundur. Çünkü havada tutunabilmek için gerekli olan kaldırma kuvvetini kanatlarından almaktadırlar. Bu durum daha az pil tüketimi ve uzun mesafe anlamına gelmektedir.

Lift + Cruise konseptleri, dikey kalkış ve iniş operasyonu için multicopter tipi hava aracını seyir uçuşu esnasında standart bir uçakla birleştiren bir tasarıma sahiptir. Bunu yaparak, her iki mimarinin avantajlarını birleştirirler. Bu konseptler için menzili en üst düzeye çıkarmak için, VTOL için gerekli olan pervaneler, seyir sırasında sürtünmeyi azaltmak için tasarlanmışlardır. VTOL çalışması için daha küçük boyutlu açık rotorlarıyla daha yüksek disk yükü ve bıçak ucu hızları nedeniyle gürültü emisyonunda önemli bir zorluk yaratmaktadırlar. (<https://lilium.com/newsroom-detail/lilium-architecture-design-principles>, 06/09/2022)



**Şekil 8:** Voloconnect Lift + Cruise eVTOL (<https://www.volocopter.com/solutions/voloconnect/>, 06/09/2022).

#### 2.4.3. Eğimli Güç Ünitesi (Tilt Rotor)

Tilt-rotor, VTOL hava araçları bir veya daha fazla rotorun açısını değiştirerek havada durma ve ileri uçuş arasındaki geçişi sağlayabilen bir VTOL uçağı türüdür. Rotor açılarının değiştirilmesi dikey kalkış ve iniş yeteneği ile beraber bu konseptte uzun mesafeler uçma yeteneği de sağlamaktadır.

Büyük tahrik sistemlerinin eğilmesi gerektiğinden, yüksek menzil ve düşük gürültünün uzlaşması, daha yüksek bir teknolojik karmaşıklığa neden olmaktadır. Büyük, çok kanatlı dikmelerin düşük pal ucu hızları nedeniyle, yapıya müdahale edebilecek düşük dönüşlü şaft torklu motorlar gereklidir. Bu nedenle ya yüksek torklu ağır elektrik motorları gereklidir. Ya da ek bir dişli sistemi kurulmalıdır. Tilt-rotor hava araçları daha karmaşık sistemlerdir. Geçiş uçuşu sırasında uçuş dinamiklerinin tasarımında başka zorluklar ortaya çıkabilir. Genel olarak, verimli bir eVTOL uçağının 5 kritik tasarım boyutunun tamamında optimizasyona izin verebilecek tasarımlardır



(<https://lilium.com/newsroom-detail/lilium-architecture-design-principles>, 06/09/2022).



**Şekil 9:** Joby Aviation Tilt Rotor eVTOL (<https://asianaviation.com/ana-joby-sign-partnership-for-air-taxi-services/>, 06/09/2022).

#### 2.4.4. Açılı İtme/Çekme (Vectored thrust)

Aynı tahrik/güç üniteleri (motorlar önce havada asılı kalma (hover) sırasında kaldırma kuvveti sağlar ve ardından seyir aşamasında itme/çekme kuvveti oluşturmak için açılarını değiştirirler. Seyir aşamasında, kaldırma kuvveti kanatlar tarafından üretilir. Bu sistem diğer konseptlere göre daha da karmaşıktır. Ancak daha verimli olduğundan, uzun mesafeli uçuşlar için daha uygun görünmektedir. Yolcu taşımacılığı kullanım durumları için, vektörlü itme, tercih edilen çözüm olarak görünmektedir (<https://www.globalsavunma.com.tr/kentsel-hava-ulasimi-ve-dikey-kalkis-inis.html>, 05/11/2022).



**Şekil 10:** Lilium Açılı İtme/Çekme (Vectored Thrust) eVTOL (<https://lilium.com/jet>, 06/09/2022).

Kanallı turbo fanlar, geleneksel bir jet motoruyla aynı prensipte çalışır, ancak çok daha basittir, bir elektrik motoru tarafından tahrik edilen yalnızca tek bir "aşamalı" rotor/stator sistemine dayanır. Yanma gerekli değildir. Açık rotorlarla karşılaştırıldığında, kanallı tasarım sadece motor verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda  $Ma=0.5$ 'in altındaki seyir hızlarında düşük kanat ucu hızları ve havayı dağıtan akustik astarların dâhil edilmesi yoluyla uçağın gürültü ayak izini azaltma fırsatları sunar (<https://lilium.com/newsroom-detail/lilium-architecture->

[design-principles](https://lilium.com/newsroom-detail/lilium-architecture-design-principles) 06/09/2022).

#### 2.5. Atyapı

KHH'nin geleceği, operasyonları desteklemek için doğru altyapıya sahip olmalarına bağlı olacaktır. İlk eVTOL hava araçları ile yolculuk paylaşım hizmetlerinin 2024 yılına kadar faaliyete geçmesini beklenmektedir. Elektrikle çalışan bu uçakların gereksinimlerini karşılayabilecek altyapıyı ve en üst seviye güvenlik isterlerini karşılayacak, yüksek tempolu uçuş operasyonları gerekecektir. (<https://verticalmag.com/opinions/infrastructure-considerations-future-urban-air-mobility/>, 08/09/2022). KHH sistemlerinin şehirlere entegrasyonunun sağlanabilmesi için teknik yeterliliklerin, mevcut altyapı durumunun ve yeni altyapı ihtiyaçlarının belirlenmesi gerekmektedir. Kara trafiğindeki sıkışıklıkların giderilmesinde önemli bir görev üstlenecek olan, KHH sistemlerinin mevcut şehir altyapısına kolay entegre edilebileceği öngörülmektedir.



**Şekil 11:** KHH eVTOL Batarya Şarj İstasyonu (<https://verticalmag.com/news/eve-edp-study-eVTOL-charging-infrastructure/>, 08/09/2022).

KHH, 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 olan geniş yollar, üst/alt geçitler, köprüler, kavşaklar, bağlantı noktaları alt yapılar yerine hava araçları için belirlenecek iniş/kalkış noktaları (vertiport) ile nispeten daha az bir altyapıyla sağlayacaktır (Tuncal ve Uslu, 2021:565). KHH'nin ileri evrelerinde, sistem kendi ekosistemini oluşturacaktır. Bu ise dünya çapında altyapı kurmak manasına gelmektedir. eVTOL jetleri için iniş noktaları inşa etmek kritik bir altyapı zorluğudur. Çözüm; kapsamlı, dağıtılmış bir "VertiPorts" ağı (birden fazla kalkış ve iniş pedine sahip VTOL hub'ları ve şarj altyapısı) veya tek uçaklı "vertistops" (minimum altyapıya sahip tek bir eVTOL pedi) oluşturmak olabilir. Vertiportlar ne havaalanı yapısını taklit etmeli ne de şehir sınırları içinde çok fazla yer kaplamalıdır (<https://infiniteventures.substack.com/p/transportation-urban-air-mobility>, 10/09/2022).

- Kurulacak olan vertiportlarda VTOL (Vertical Take Off And Landing) hava araçlarının batarya şarjlarının sağlanabilmesi için uygun güç isterlerinin sağlanması,
- Vertiportlar ve VTOL hava araçlarının iletişiminin sağlanması için gerekli olan fiber vb. iletişim hatlarının kurulması
- VTOL hava araçlarının bakım idame işletme faaliyetlerinin tam ve eksiksiz olarak sağlanabilmesi için gerekli olan altyapı hizmetlerinin sağlanması
- Vertiport'larda taşınması ön görülen insan ve ürünlerin Vertiport ulaşımı ve bekleme süresince ihtiyaçlarının belirlenip, mevcut altyapının revize edilerek yenilenmesi gerekmektedir.

## 2.6. Kullanım Alanları ve Faydaları

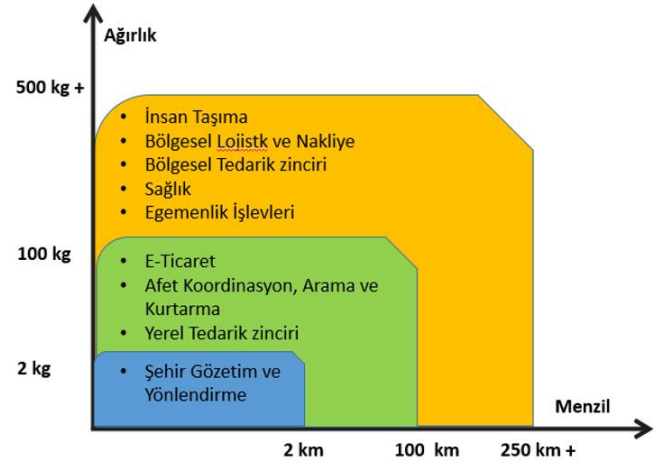
Yoğun nüfuslu, kentlerde ve kent çevresindeki yerleşim yerlerinde insan ve kargo taşımacılığının sağlanarak, şehiriçi ulaşımının rahatlaması, egzoz emisyon değerlerinin düşmesi, şehirde gürültü kirliliğinin azalması ileri aşamalarda şehir planlama ve yayılımında kentsel hava hareketliliği sistemlerinin etkili olması öngörülmektedir.

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. 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. Söz konusu kentlerdeki nüfus yoğunluğu ve yolcu hareketliliğindeki artış ile sürdürülebilir hareketlilik kavramında insanlara, birbirleriyle, içinde yaşadıkları çevreye, zarar vermeden özgürce hareket etme, iletişim ve ilişkiler kurma fırsatı verme gayreti, paydaşların ve politika yapıcılarının karşılaşacağı temel zorluklardan biri olacaktır. Son teknolojik gelişmelerle kentsel hareketliliğini üçüncü boyuta (hava sahasına) getirme sürdürülebilir hareketlilik için bir şans olarak görülmektedir (Tuncal ve Uslu, 2021:565).

Çok geniş bir kullanım yelpazesine sahip olan insanlı/ insansız VTOL, eVTOL ve STOL hava araçları kentsel hava hareketliliği sistemlerindeki kullanım alanları:

- Şehiriçi ve şehirlerarası ulaşım.
- Kargo teslimatı
- Toplum servisleri
- Özel / Turizm ve eğlence araçları
- Afet gözetleme ve koordinasyon (sel, yangın vb.)
- Hava ambulans, sağlık sektörü (soğuk zincir ilaç,

organ nakli)



Şekil 12: eVTOL H/A Faydalı Yük Taşıma ve Kullanım Alanları

Bakım işletme maliyeti düşük olan küçük VTOL, eVTOL ve eSTOL hava araçlarının kullanımı ile yolculuk rotalarının kısalması ve bu durumla doğru orantılı olarak bakım, idame ve işletme maliyetlerinin düşmesi olasıdır. Düşen işletme maliyetleri ile beraber hava ulaşımına erişilebilirlikte artış ve bu doğrultuda hava ulaşımı için gizli talep potansiyelinin uyarılması öngörülmektedir. Bununla beraber şehirlerdeki kara trafiğinin rahatlaması, düşen egzoz emisyon oranları ve en kıymetli kısıtlı kaynak olan zamandan tasarruf gibi faydalar beklenmektedir.

Başlıklar halinde sıralayacak olursak, şehirlerde eVTOL hava araçlarının kullanımıyla beklenen olası faydalar:

- Yolculuk sürelerinde kısalma
- Kentin kara trafik yoğunluğunun azalması
- Ucuz, Erişilebilir hava ulaşımı
- Düşük emisyon ve gürültü düzeyi
- Afetlerde (deprem, sel ve yangın gözlemlene) ve acil sağlık durumlarında (organ nakli, ambulans) kullanılabilirliği
- Mevcut altyapı entegrasyonunun kolaylığı
- Düşük bakım, idame maliyetleri
- Kırsal ve şehir bağlantısının artması ile şehir planlama kolaylığı ve şehirlerin rahatlaması
- Kendi endüstri eko sistemini oluşturması ile artan istihdam
- Şehirlerin tanıtımı

## 3. YÖNTEM

### 3.1. SWOT Analizi

SWOT analizi incelenen kuruluşun, tekniğin, sürecin veya durumun güçlü ve zayıf yönlerini belirlemekte ve dış çevreden kaynaklanan fırsat ve tehditleri tespit etmekte kullanılan bir tekniktir. Bilimsel anlamda durum analizi

yapmaya imkân sağlayan tekniklerden birisidir. SWOT analizi stratejik öneme sahip bir çalışma olarak da nitelendirilebilir. (Çoban ve Karakaya, 2010: 347) Araştırmaya başlamadan önce önemli bir adım katılımcıların belirlenmesiydi. KHH'nin yeni bir sistem olduğundan, sistem hakkında bilgi sahibi uzman sayısı ve literatürde yapılmış çalışmaların azlığı çalışmamızda zorlayıcı bir etkendi. Araştırmaya dahil olan katılımcılar, havacılık sektöründe uzun yıllar, farklı havacılık projelerinde çalışmış/çalışmakta olan, sektör ve havacılık teknolojilerini takip eden uzmanlardan seçilmiş 9 kişilik bir örneklemeden oluşmaktadır.

### 3.1.1. Verilerin toplanması

Geleneksel hava taksi ve Kentsel hava hareketliliği sistemlerinin SWOT analizini yapabilmek için katılımcılarla yüz yüze mülakatlar gerçekleştirilmiş, mülakatlarda elde edilen verilerden SWOT maddeleri oluşturulmuştur. Oluşturulan SWOT maddeleri tekrar örnekleme e-posta yoluyla oylamaları için likert tipi anket formunda gönderilmiş. İlgili maddeleri; 1-Kesinlikle Katılmıyorum, 2-Katılmıyorum, 3-Kararsızım, 4-Katılıyorum ve 5-Tamamen Katılıyorum olacak şekilde puanlamaları istenmiştir.

**Tablo 1:** Likert Ölçek

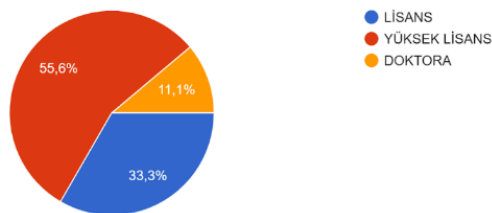
Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Tamamen Katılıyorum
1	2	3	4	5

### 3.1.2. Verilerin analizi

Anket gönderilen 9 kişilik Örneklemin tamamı ankete katılım sağlamıştır. Ankete katılan örneklemin eğitim düzeyleri (Tablo 2)'de ve havacılık sektörü tecrübeleri (Tablo 3)'de verilmiştir.

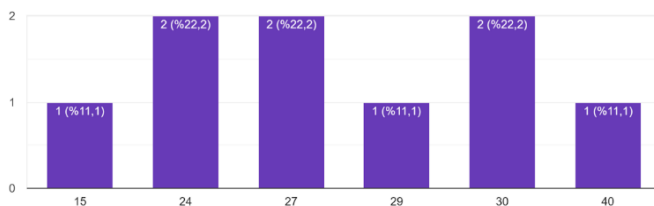
**Tablo 2:** Katılımcı Eğitim Durumu

EĞİTİM DURUMU  
9 yanıt



**Tablo 3:** Katılımcı Tecrübeleri

SEKTÖR TECRÜBESİ (YIL)  
9 yanıt



### 3.1.3. Kentsel Hava Hareketliliği

Kentsel hava hareketliliği anketinde elde edilen veriler doğrultusunda SPSS 26 programında ölçeğin güvenilirlik testi değeri incelendiği zaman, Cronbach Alpha değeri 0,875 değeri bulunmuştur (Tablo 4). Literatüre göre bu değer  $0.80 \leq p < 1.00$  aralığında yer aldığından dolayı yüksek güvenilirlik düzeyinde olduğunu göstermektedir. (Ezin, 2021: 82)

**Tablo 4:** Kentsel Hava Hareketliliği Cronbach Alpha

Kentsel Hava Hareketliliği Güvenilirlik İstatistiği		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
0,875	0,874	22

### Güçlü Yanlar

**Tablo 5:** KHH Güçlü Yanlar SPSS Analiz

Statistics						
	eVtol hava araçlarının Düşük gürültü oranlarına ve sıfır egzoz emisyonuna sahip olması	UAM sistemlerinin Düşük bakım idame işletme maliyetleri	UAM sistemlerinin kullanımıyla Şehir trafiğinde rahatlama	UAM sistemlerinin kullanımıyla Şehir içi ulaşımında zaman tasarrufu	UAM sistemlerinde sürdürülebilir temiz enerji kaynakları kullanımı (sistemlerin tamamen elektrikli olması)	Vertiportları teknik ve alt yapı istislerinin az olması
N	Valid 9	9	9	9	9	9
	Missing 0	0	0	0	0	0
Mean	4,3333	3,7778	4,0000	4,7778	4,4444	3,7778
Median	5,0000	4,0000	4,0000	5,0000	5,0000	4,0000
Std. Deviation	1,11803	1,09291	,70711	,44096	,88192	1,09291
Range	3,00	3,00	2,00	1,00	2,00	3,00
Percentiles	25 3,5000	3,0000	3,5000	4,5000	3,5000	3,0000
	50 5,0000	4,0000	4,0000	5,0000	5,0000	4,0000
	75 5,0000	4,5000	4,5000	5,0000	5,0000	5,0000

### Güçsüz Yanlar

**Tablo 6:** KHH Güçsüz Yanlar SPSS Analiz

Statistics					
	UAM sistemlerinin yeni teknoloji oluşturma kaynaklı kullanıcı güven eksikliği	eVtol hava araçlarının Batarya verimliliği nedeniyle düşük menzil	UAM sistemlerinin için Yasal mevzuat eksikliği/bogluğu	eVtol hava araçlarının IFR (aletli uçuş) için gerekli şehir engel veri tabanının bulunmaması	
N	Valid 9	9	9	9	
	Missing 0	0	0	0	
Mean	4,4444	4,4444	4,3333	4,5556	
Median	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	
Std. Deviation	,72648	,72648	1,00000	,52706	
Range	2,00	2,00	3,00	1,00	
Percentiles	25 4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	
	50 5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	
	75 5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	

### Fırsatlar

**Tablo 7:** KHH Fırsatlar SPSS Analiz

Statistics									
	UAM sistemlerinin Şehirlerde kamu hizmeti çerçevesinde kullanılabileceği	Şehirlerin tahlim ve turistik maksatlı kullanım	eVtol hava araçlarının Geleneksel Hava Taksinin yerini alma potansiyeli	UAM sistemlerinin Kendi eco sistemleri oluşturması ile yavaş yavaş endüstriyel gelişim ve tüketim artışı	eVtol hava araçlarının durumlarında hasar tespit, anama, Kurtarma, yarım ve faaliyetlerde kullanılabileceği	UAM sistemlerinin şehirlerde lojistik ve ulaşım faaliyetlerinin öncülüğünde taşımacılığı ve taşıma faaliyetlerini yönetmek için UAM sistemlerinin şehir potansiyelini belirleme	UAM sistemlerinin kullanım potansiyelinde kentsel ve şehir dışındaki alanların aktif ve verimli kullanılması	UAM sistemlerinin şehir içi ulaşımına yönelik göçün azaltılmasıyla şehir potansiyelinde lojistik	
N	Valid 9	9	9	9	9	9	9	9	
	Missing 0	0	0	0	0	0	0	0	
Mean	4,0000	4,0000	3,8889	4,1111	4,5556	4,3333	4,1111	3,5556	
Median	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	5,0000	4,0000	4,0000	3,0000	
Std. Deviation	,70711	1,11803	,78174	,78174	,88192	,70711	,92796	1,42400	
Range	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	
Percentiles	25 3,5000	3,0000	3,0000	3,5000	4,0000	4,0000	4,0000	2,0000	
	50 4,0000	4,0000	4,0000	4,0000	5,0000	4,0000	4,0000	3,0000	
	75 4,5000	5,0000	4,5000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	3,0000	



## Tehditler

Tablo 8: KHH Tehditler SPSS Analiz

Statistics					
		UAM sistemlerinin kullanımını için gerekli olan Network ve internetin çökmesi ve siber saldırılara maruz kalma ihtimali	eVTol hava araçlarının kullanımıyla şehir içinde olası yaşanabilecek kaza kırım tehlikesi	Uzun vadede artan hava trafiği nedeni ile hava sahası trafiğinin yönetilmesinde yaşanabilecek zorluklar	eVTol Hava araçlarının amacı dışında kullanımı ile tehlikeli eylemlerin yaşanma olasılığı
N	Valid Missing	9 0	9 0	9 0	9 0
Mean		4,4444	4,4444	4,5556	4,6667
Median		5,0000	5,0000	5,0000	5,0000
Std. Deviation		,72648	,72648	,52705	,50000
Range		2,00	2,00	1,00	1,00
Percentiles	25	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000
	50	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000
	75	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000

## 3.1.4. Geleneksel Hava Taksi

Geleneksel hava taksi anketinde elde edilen veriler doğrultusunda SPSS 26 programında ölçeğin güvenilirlik testi değeri incelendiği zaman Cronbach Alpha değeri 0,862 değeri bulunmuştur (Tablo 9). Literatüre göre bu değer  $0.80 \leq p < 1.00$  aralığında yer aldığından dolayı yüksek güvenilirlik düzeyinde olduğunu göstermektedir. (Ezin, 2021: 82)

Tablo 9: Geleneksel Hava Taksi Cronbach Alpha

Geleneksel Hava Taksi Güvenilirlik İstatistiği		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
0,862	0,889	14

## Güçlü Yanlar

Tablo 10: Geleneksel Hava Taksi Güçlü Yanlar SPSS Analiz

Statistics				
		Hava Taksi hizmetlerinin yolcu yoğunluğunun az olduğu diğer ulaşım modları ile ulaşım olmadığı yada ulaşımın uzun süreler aldığı konumlara ulaşımında kullanımı	Hava Taksi hizmetlerinin şehir içi ulaşımında zaman tasarrufu sağlaması	Hava Taksi hizmetlerinin yerleşik yasal mevzuata uygun olarak verilen bir hizmet olması
N	Valid Missing	9 0	9 0	9 0
Mean		4,2222	4,4444	4,0000
Median		4,0000	5,0000	5,0000
Std. Deviation		,97183	1,01379	1,41421
Range		3,00	3,00	4,00
Percentiles	25	4,0000	4,0000	3,0000
	50	4,0000	5,0000	5,0000
	75	5,0000	5,0000	5,0000

## Güçsüz Yanlar

Tablo 11: Geleneksel Hava Taksi Güçsüz Yanlar SPSS Analiz

Statistics					
		Hava Taksi hizmetlerinin idame, işletme ve bakım maliyetlerinin ve kullanım ücretlerinin yüksek olması	Hava Taksi hizmetlerinin geniş yer destek ve alt yapı gereksinimi	Hava Taksi hizmetlerinde kullanılan hava araçlarının yüksek gürültü ve egzoz emisyon oranları	Hava Taksi hizmetlerinde kullanılan hava araçlarının olumsuz meteorolojik şartlarda uçuş kısıtı
N	Valid Missing	9 0	9 0	9 0	9 0
Mean		4,6667	4,4444	3,8889	4,5556
Median		5,0000	5,0000	4,0000	5,0000
Std. Deviation		,50000	,72648	1,05409	,52705
Range		1,00	2,00	3,00	1,00
Percentiles	25	4,0000	4,0000	3,0000	4,0000
	50	5,0000	5,0000	4,0000	5,0000
	75	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000

## Fırsatlar

Tablo 12: Geleneksel Hava Taksi Fırsatlar SPSS Analiz

Statistics			
		Hava Taksi hizmetlerinin afet durumlarında; hasar tespit, arama kurtarma, yardım vb. faaliyetlerde kullanılabilirlik	Hava taksi hizmetlerinin Kentsel hava hareketliliği sistemleri içerisinde dâhil olarak teknolojik yenilikleri yakalayabilme imkânı
N	Valid Missing	9 0	9 0
Mean		4,1111	4,0000
Median		4,0000	4,0000
Std. Deviation		,92796	1,00000
Range		3,00	3,00
Percentiles	25	4,0000	3,5000
	50	4,0000	4,0000
	75	5,0000	5,0000

## Tehditler

Tablo 13: Geleneksel Hava Taksi Tehditler SPSS Analiz

Statistics						
		Hava taksilerinin şehir içinde olası kaza kırım tehlikesi	eVTOL hava araçlarının hava taksilerinin yerini alacak olması	Hava taksilerinin şehir alanlarında diğer ulaşım modlarıyla rekabet edememesi	Büyük hava yolu şirketlerinin etkisinden çıkamayışları	Hava taksilerinin Yenilikçi teknolojilerle kendilerini yenileyememeleri
N	Valid Missing	9 0	9 0	9 0	9 0	9 0
Mean		4,5556	4,2222	4,1111	4,1111	4,2222
Median		5,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000
Std. Deviation		,52705	,83333	1,05409	,78174	,66667
Percentiles	25	4,0000	3,5000	3,5000	3,5000	4,0000
	50	5,0000	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000
	75	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000	5,0000

Anketlerden elde edilen verilerin analizi yapıldığında, KHH ve geleneksel hava taksi sistemlerinin SWOT maddelerinin aldığı oyların SPSS26 programında hesaplanan ortalamaları Tablo 14 ve Tablo 15'de verilmiştir.

**Tablo 14:** Kentsel Hava Hareketliliği Anket Verileri Ortalama Değer Tablosu

Güçlü Yanlar	Ortalama Değerler
eVTOL hava araçlarının Düşük gürültü oranlarına ve sıfır egzoz emisyonuna sahip olması	4,33
KHH sistemlerinin Düşük bakım idame işletme maliyetleri	3,77
KHH sistemlerinin kullanımıyla Şehir trafiğinde rahatlama	4,00
KHH sistemlerinin kullanımıyla Şehir içi ulaşımda zaman tasarrufu	4,77
KHH sistemlerinde sürdürülebilir temiz enerji kaynakları kullanımı (sistemlerin tamamen elektrikli olması)	4,44
Vertiport'ların teknik ve altyapı isterilerinin az olması	3,77
<b>Güçsüz Yanlar</b>	
KHH sistemlerinin yeni teknoloji oluşundan kaynaklı kullanıcı güven eksikliği	4,44
eVTOL hava araçlarının batarya verimliliği nedeniyle düşük menzil	4,44
KHH sistemlerinin kullanımı için yasal mevzuat eksikliği/boşluğu	4,33
eVTOL hava araçlarının IFR (aletli uçuş) için gerekli şehir engel veri tabanının bulunmaması	4,55
<b>Fırsatlar</b>	
KHH sistemlerinin şehirlerde kamu hizmeti çerçevesinde kullanılabilirlik	4,00
Şehirlerin tanıtımı ve turistik maksatlı kullanım	4,00
eVTOL hava araçlarının geleneksel hava taksilerin yerini alma potansiyeli	3,88
KHH sistemlerinin Kendi eko sistemini oluşturması ile yaşanacak endüstriyel gelişim ve istihdam artışı	4,11
eVTOL hava araçlarının afet durumlarında; hasar tespit, arama kurtarma, yardım vb. faaliyetlerde kullanılabilirlik	4,55
KHH sistemlerinin şehirlerde lojistik ve ulaşım faaliyetlerinin üçüncü boyuta taşınması ile "Toplum 5.0" a geçişte ilerleme kaydedilmesi	4,33
KHH sistemlerinin şehir içi hava ulaşımına yönelik gizli talep potansiyelini tetikleme	4,11
KHH sistemlerinin kullanımı neticesinde kırsal ve şehir bağlantısının artması ve şehirlere göçün azalmasıyla şehir planlamalarında kolaylık	3,55
<b>Tehditler</b>	
KHH sistemlerinin kullanımı için gerekli olan Network ve internetin çökmesi ve siber saldırılara maruz kalma ihtimali	4,44
eVTOL hava araçlarının kullanımıyla şehir içi olası yaşanabilecek kaza kırım tehlikesi	4,44
Uzun vadede artan hava trafiği nedeni ile hava sahası trafiğinin yönetilmesinde yaşanabilecek zorluklar	4,55
eVTOL Hava araçlarının amacı dışında kullanımı ile tehlikeli eylemlerin yaşanma olasılığı	4,66

**Tablo 15:** Geleneksel Hava Taksi Anket Verileri Ortalama Değer Tablosu

Güçlü Yanlar	Ortalama Değerler
Hava Taksi hizmetlerinin yolcu yoğunluğunun az olduğu diğer ulaşım modları ile ulaşımın olmadığı ya da ulaşımın uzun süreler aldığı konumlara ulaşımda kullanımı	4,22
Hava Taksi hizmetlerinin şehir içi ulaşımda zaman tasarrufu sağlaması	4,44
Hava Taksi hizmetlerinin yerleşik yasal mevzuata uygun olarak verilen bir hizmet olması	4,00
<b>Güçsüz Yanlar</b>	
Hava Taksi hizmetlerinin idame, işletme ve bakım maliyetlerinin ve kullanım ücretlerinin yüksek olması	4,66
Hava Taksi hizmetlerinin geniş yer destek ve altyapı gereksinimi	4,44
Hava Taksi hizmetlerinde kullanılan hava araçlarının yüksek gürültü ve egzoz emisyon oranları	3,88
Hava Taksi hizmetlerinde kullanılan hava araçlarının olumsuz meteorolojik şartlarda uçuş kısıtlı	4,55
<b>Fırsatlar</b>	
Hava Taksi hizmetlerinin afet durumlarında; hasar tespit, arama kurtarma, yardım vb. faaliyetlerde kullanılabilirlik	4,11
Hava taksi hizmetlerinin Kentsel hava hareketliliği sistemleri içerisine dâhil olarak teknolojik yenilikleri yakalayabilme imkânı	4,00
<b>Tehditler</b>	
Hava taksilerin şehir içi olası kaza kırım tehlikesi	4,55
eVTOL hava araçlarının hava taksilerin yerini alacak olması	4,22
Hava taksilerin şehir alanlarında diğer ulaşım modlarıyla rekabet edememesi	4,11
Büyük hava yolu şirketlerinin etkisinden çıkamayışları	4,11
Hava taksi sistemlerinin Yenilikçi teknolojilerin gerisinde kalması	4,22

**Tablo 16:** Kentsel Hava Hareketliliği SWOT Maddeleri Tablosu

Güçlü Yanlar	Güçsüz Yanlar
<ul style="list-style-type: none"> <li>eVTOL hava araçlarının Düşük gürültü oranlarına ve sıfır egzoz emisyonuna sahip olması</li> <li>KHH sistemlerinin Düşük bakım idame işletme maliyetleri</li> <li>KHH sistemlerinin kullanımıyla Şehir trafiğinde rahatlama</li> <li>KHH sistemlerinin kullanımıyla Şehiriçi ulaşımda zaman tasarrufu</li> <li>KHH sistemlerinde sürdürülebilir temiz enerji kaynakları kullanımı (sistemlerin tamamen elektrikli olması)</li> <li>Vertiport'ların teknik ve altyapı isterilerinin az olması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>KHH sistemlerinin yeni teknoloji oluşundan kaynaklı kullanıcı güven eksikliği</li> <li>eVTOL hava araçlarının Batarya verimliliği nedeniyle düşük menzil</li> <li>KHH sistemlerinin kullanımı için Yasal mevzuat eksikliği/boşluğu</li> <li>eVTOL hava araçlarının IFR (aletli uçuş) için gerekli şehir engel veri tabanının bulunmaması</li> </ul>
Fırsatlar	Tehditler
<ul style="list-style-type: none"> <li>KHH sistemlerinin Şehirlerde kamu hizmeti çerçevesinde kullanılabilirlik</li> <li>Şehirlerin tanıtımı ve turistik maksatlı kullanım</li> <li>eVTOL hava araçlarının Geleneksel Hava Taksilerin yerini alma potansiyeli</li> <li>KHH sistemlerinin Kendi eko sistemini oluşturması ile yaşanacak endüstriyel gelişim ve istihdam artışı</li> <li>eVTOL hava araçlarının afet durumlarında; hasar tespit, arama kurtarma, yardım vb. faaliyetlerde kullanılabilirlik</li> <li>KHH sistemlerinin şehirlerde lojistik ve ulaşım faaliyetlerinin üçüncü boyuta taşınması ile "Toplum 5.0" a geçişte ilerleme kaydedilmesi</li> <li>KHH sistemlerinin şehiriçinde hava ulaşımına yönelik gizli talep potansiyelini tetikleme</li> <li>KHH sistemlerinin kullanımı neticesinde kırsal ve şehir bağlantısının artması ve şehirlere göçün azalmasıyla şehir planlamalarında kolaylık</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>KHH sistemlerinin kullanımı için gerekli olan Network ve internetin çökmesi ve siber saldırılara maruz kalma ihtimali</li> <li>eVTOL hava araçlarının kullanımıyla şehiriçinde olası yaşanabilecek kaza kırım tehlikesi</li> <li>Uzun vadede artan hava trafiği nedeni ile hava sahası trafiğinin yönetilmesinde yaşanabilecek zorluklar</li> <li>eVTOL Hava araçlarının amacı dışında kullanımı ile tehlikeli eylemlerin yaşanma olasılığı</li> </ul>

**Tablo 17:** Geleneksel Hava Taksi SWOT Maddeleri Tablosu

Güçlü Yanlar	Güçsüz Yanlar
<p>☐ Hava Taksi hizmetlerinin yolcu yoğunluğunun az olduğu diğer ulaşım modları ile ulaşımın olmadığı ya da ulaşımın uzun süreler aldığı konumlara ulaşımda kullanımı</p> <p>☐ Hava Taksi hizmetlerinin şehiriçi ulaşımda zaman tasarrufu sağlaması</p> <p>☐ Hava Taksi hizmetlerin yerleşik yasal mevzuata uygun olarak verilen bir hizmet olması</p>	<p>☐ Hava Taksi hizmetlerinin idame, işletme ve bakım maliyetlerinin ve kullanım ücretlerinin yüksek olması</p> <p>☐ Hava Taksi hizmetlerinin geniş yer destek ve altyapı gereksinimi</p> <p>☐ Hava Taksi hizmetlerinde kullanılan hava araçlarının yüksek gürültü ve egzoz emisyon oranları</p> <p>☐ Hava Taksi hizmetlerinde kullanılan hava araçlarının olumsuz meteorolojik şartlarda uçuş kısıtlı</p>
Fırsatlar	Tehditler
<p>☐ Hava Taksi hizmetlerinin afet durumlarında; hasar tespit, arama kurtarma, yardım vb. faaliyetlerde kullanılabilirlik</p> <p>☐ Hava taksi hizmetlerinin Kentsel hava hareketliliği sistemleri içerisine dâhil olarak teknolojik yenilikleri yakalayabilme imkânı</p>	<p>☐ Hava taksilerin şehiriçinde olası kaza kırım tehlikesi</p> <p>☐ eVTOL hava araçlarının hava taksilerin yerini alacak olması</p> <p>☐ Hava taksilerin şehir alanlarında diğer ulaşım modlarıyla rekabet edememesi</p> <p>☐ Büyük hava yolu şirketlerinin etkisinden çıkamayışları</p> <p>☐ Hava taksi sistemlerinin Yenilikçi teknolojilerin gerisinde kalması.</p>



## 4. BULGULAR

### 4.1. Kentsel Hava Hareketliliği

#### Güçlü Yanlar

eVtol hava araçlarının Düşük gürültü oranlarına ve sıfır egzoz emisyonuna sahip olması maddesi uzmanlardan en düşük 2 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü UAM hava araçlarının düşük gürültü ve sıfır egzoz emisyonuna sahip olması yönünde olmasına rağmen hava araçlarının ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisinin tamamının sürdürülebilir, enerji kaynaklarından karşılanamayacağı doğalgaz vb yakıtlar kullanılarak üretileceği bu durumda emisyon değerlerine olumsuz etkisi olacağı ve hava araçlarındaki bataryaların günümüz teknolojisi ile geri dönüştürülebilir, olmayışıdır. Kullanım dışı kalan bataryaların imhası, geri dönüşümü gibi sorunların olduğu ortaya çıkmaktadır. Evtol hava araçları çok sessiz olsalar da şehirlerde Hava araçlarının kullanımının yaygınlaşmasıyla şehir alanı üzerindeki çok sayıdaki hava aracının gürültü kirliliği oluşturacağı düşüncesi belirtilmiştir.

UAM sistemlerinin Düşük bakım idame işletme maliyetleri maddesi uzmanlardan en düşük 2 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların çoğunluk görüşü UAM sistemlerinin Düşük bakım idame işletme maliyetlerine sahip olmasına rağmen, evtol hava araçlarının şehir alanları üzerinde hava sahasının geleneksel hava taksiler, diğer evtol ler ve teslimat dronlarıyla paylaşacağı düşünülürse, uçuş operasyonlarının emniyeti yönetilmesi gibi ihtiyaçların karşılanması karmaşık bir hal alacaktır. Bu durum beraberinde hava araçlarında daha fazla avionik ekipman daha fazla yer destek ekip ve ekipmanı bulundurarak çözümünün mümkün olacağından, bu durumun maliyetlere olumsuz etki edeceği görüşü belirtilmiştir.

UAM sistemlerinin kullanımıyla Şehir trafiğinde rahatlama maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların çoğunluk görüşü UAM sistemlerinin kullanımıyla Şehir trafiğinde rahatlama sağlamanın mümkün olduğunu ancak erken evrelerde sistemin hizmet ağı yaygınlığı, güvenilirlik ve bilinirliğinin düşük olmasından ötürü erken evrelerde şehir trafiğine beklenenden daha az bir etki göstereceği görüşü belirtilmiştir.

UAM sistemlerinin kullanımıyla Şehir içi ulaşımda zaman tasarrufu maddesi uzmanlardan en düşük 4 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların çoğunluk görüşü UAM sistemlerinin kullanımıyla Şehir içi ulaşımda zaman tasarrufu sağlamanın sistemin havadan kuş uçuşu rotalar ve süratleri nedeni, seyahat mesafelerini kara araçlarına göre tartışmasız daha hızlı kat etmesiyle zaman tasarrufu sağlayacağı yönündedir.

UAM sistemlerinde sürdürülebilir temiz enerji kaynakları kullanımı (sistemlerin tamamen elektrikli olması) maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların çoğunluk görüşü hava araçlarında kullanılacak elektrik enerjisinin sürdürülebilir enerji kaynaklarından karşılanacağı görüşü olsa da hava araçlarının ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisinin tamamının sürdürülebilir enerji kaynaklarından karşılanamayacağı doğalgaz vb. yakıtlar kullanılarak üretileceği bunda emisyon değerlerine olumsuz etkisi olacağı düşüncesi de belirtilmiştir.

Vertiport'ların teknik ve altyapı isterilerinin az olması maddesi uzmanlardan en düşük 2 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların çoğunluk görüşü Vertiport'ların teknik ve altyapı isterilerinin az olacağı yönünde olsa da sistemlerin yaygınlaşması ve beraberinde daha karmaşık bir hal almasıyla beraber vertiport'ların da daha fazla altyapı ve teknik donanım gereksinim duyacağı görüşü belirtilmiştir.

#### Güçsüz Yanlar

UAM sistemlerinin yeni teknoloji oluşundan kaynaklı kullanıcı güven eksikliği maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların çoğunluk görüşü UAM sistemlerinin yeni teknoloji oluşundan kaynaklı kullanıcı güven eksikliğinin sistemlerinin kullanımında halkın katılımı ve kabulü aşamasında sistemlerin güçsüz yanı olduğu görüşünde olsa da havacılık sektöründeki hali hazırda edinilmiş olan, hava aracı uçuş operasyon tecrübesinin, kullanıcılar nezdinde sistemlere güven için yeterli olduğu görüşü de belirtilmiştir.

eVtol hava araçlarının Batarya verimliliği nedeniyle düşük menzil maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. eVtol hava araçlarının Batarya verimliliği nedeniyle menzillerinin düşük olması uzmanların çoğunluğu tarafından sistemlerin güçsüz yanı olarak kabul edilse de hali hazırdaki menzilin şehir alanları içerisinde insan ve hizmet taşınması için yeterli olabileceği görüşü belirtilmiştir.

UAM sistemlerinin kullanımı için Yasal mevzuat eksikliği/boşluğu maddesi uzmanlardan en düşük 2 en yüksek 5 puan almıştır. UAM sistemlerinin kullanımı için Yasal mevzuat eksikliği/boşluğunun olduğu, uzmanların çoğu tarafından benimsense de sistemlerin kullanımı için mevcut havacılık kural ve usullerin kullanılarak operasyonların yapılabileceği, kısa zaman içerisinde sistemin mevzuat olarak olgunlaşacağı yönündedir.

eVtol hava araçlarının IFR (aletli uçuş) için gerekli şehir engel veri tabanının bulunmaması maddesi uzmanlardan en düşük 4 en yüksek 5 puan almıştır. eVtol hava araçlarının

IFR (aletli uçuş) için gerekli şehir engel veri tabanının bulunmamasının IFR uçuş operasyonlarının güvenilir, bir biçimde yapılamayacağı yönünde görüş birliği sağlanmıştır. Evtol hava aracı üreticilerin açık kaynak açıklamalarında ilk UAM operasyonlarının VFR ( görerek uçuş) olarak yapılacağı bilinmektedir. Bu durumda ilk etapta gece, sis vb. Uçuş koşullarında evtol uçuş operasyonlarının olamayacağı ön görülmektedir.

### Fırsatlar

UAM sistemlerinin Şehirlerde kamu hizmeti çerçevesinde kullanılabilirlik maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü sistemin belediyeler ve kamu kurumları tarafından kullanımının UAM sistemleri için fırsat olarak görse de az sayıda uzmanda kararsız yönde görüş bildirilmiştir.

Şehirlerin tanıtımı ve turistik maksatlı kullanımı maddesi uzmanlardan en düşük 2 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü sistemlerin şehrin tanıtımında ve turistik maksatla kullanılmasıyla, UAM sistemlerini şehirlerin tanınırlığının artması, turizm, sanayi ve teknoloji merkezi olması için bir cazibe merkezi olma potansiyelini gören diğer her ölçekteki şehrin sistemleri getirme isteğinin artacağı ve bu durumu UAM sistemleri için fırsat olarak görse de az sayıda uzmanda aksi ve yönde görüş belirtilmiştir.

eVtol hava araçlarının Geleneksel Hava Taksilerin yerini alma potansiyeli maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü eVtol hava araçlarının Geleneksel Hava Taksilerin yerini alma potansiyeli olduğu ve evtol hava araçlarının deniz platformları ve maden sahaları gibi alanlara insan, mal ve hizmetlerin taşınmasında kullanılabilme potansiyelinin UAM sistemlerinin gelişimi için fırsat olarak görse de az sayıda uzmanda kararsız yönde görüş belirtilmiştir.

UAM sistemlerinin Kendi eko sistemini oluşturması ile yaşanacak endüstriyel gelişim ve istihdam artışı maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü UAM sistemlerinin Kendi eko sistemini oluşturması ile yaşanacak endüstriyel gelişim ve istihdam artışı olma potansiyelini UAM sistemleri için fırsat olarak görse de az sayıda uzman yetişmiş personel azlığı nedeniyle kısa ve orta vade de kararsız görüş bildirmiştir.

eVtol hava araçlarının afet durumlarında; hasar tespit, arama kurtarma, yardım vb. faaliyetlerde kullanılabilirlik maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü eVtol hava araçlarının afet durumlarında; hasar tespit, arama kurtarma, yardım vb. faaliyetlerde kullanılabilirliğini UAM sistemleri için fırsat olarak görse de az sayıda uzman kararsız görüş bildirmiştir.

UAM sistemlerinin şehirlerde lojistik ve ulaşım faaliyetlerinin üçüncü boyuta taşınması ile "Toplum 5.0" a geçişte ilerleme kaydedilmesi maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü UAM sistemlerinin şehirlerde lojistik ve ulaşım faaliyetlerinin üçüncü boyuta taşınması ile "Toplum 5.0" a geçişte ilerleme kaydedilmesini UAM sistemleri için fırsat olarak görse de az sayıda uzman toplum 5.0' hakkında tam bilgi sahibi olmayışlarından kararsız yönde görüş bildirmiştir.

UAM sistemlerinin şehiriçinde hava ulaşımına yönelik gizli talep potansiyelini tetikleme maddesi uzmanlardan en düşük 2 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü UAM sistemlerinin şehiriçinde hava ulaşımına yönelik gizli talep potansiyelini tetikleme olasılığını UAM sistemlerinin gelişimi ve yaygınlaşması için fırsat olarak görse de az sayıda uzman sistemlerin fiyat olarak ulaşılabilir, olmayacağı düşündüklerinden aksi yönde görüş bildirmiştir.

UAM sistemlerinin kullanımı neticesinde kırsal ve şehir bağlantısının artması ve şehirlere göçün azalmasıyla şehir planlamalarında kolaylık maddesi uzmanlardan en düşük 2 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların görüşü az çoğunlukla UAM sistemlerinin kullanımı neticesinde kırsal ve şehir bağlantısının artması ve şehirlere göçün azalmasıyla şehir planlamalarında kolaylık sağlamanın fırsat olduğu yönünde olsa da diğer uzmanlar aksi yönde görüş bildirmiştir.

### Tehditleri

UAM sistemlerinin kullanımı için gerekli olan Network ve internetin çökmesi ve siber saldırılara maruz kalma ihtimali maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü UAM sistemlerinin kullanımı için gerekli olan Network ve internetin çökmesi ve siber saldırılara maruz kalma ihtimalini UAM sistemleri için Tehdit olarak görse de az sayıda uzman kararsız yönde görüş bildirmiştir.

eVtol hava araçlarının kullanımıyla şehiriçinde olası yaşanabilecek kaza kırım tehlikesi maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü eVtol hava araçlarının kullanımıyla şehiriçinde olası yaşanabilecek kaza kırım tehlikesini UAM sistemleri için Tehdit olarak görse de az sayıda uzman kararsız yönde görüş bildirmiştir.

Uzun vadede artan hava trafiği nedeni ile hava sahası trafiğinin yönetilmesinde yaşanabilecek zorluklar maddesi uzmanlardan en düşük 4 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü Uzun vadede artan hava trafiği nedeni ile hava sahası trafiğinin yönetilmesinde

yaşanabilecek zorlukları UAM sistemleri için Tehdit olduğu görüşünde mutabık kalmıştır.

eVtol Hava araçlarının amacı dışında kullanımı ile tehlikeli eylemlerin yaşanma olasılığı maddesi uzmanlardan en düşük 4 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü eVtol Hava araçlarının amacı dışında kullanımı ile tehlikeli eylemlerin yaşanma UAM sistemleri için Tehdit olduğu görüşünde mutabık kalmıştır.

#### 4.2. Geleneksel Hava Taksi

##### Güçlü Yanlar

Hava Taksi hizmetlerinin yolcu yoğunluğunun az olduğu diğer ulaşım modları ile ulaşımın olmadığı ya da ulaşımın uzun süreler aldığı konumlara ulaşımında kullanımı maddesi uzmanlardan en düşük 2 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü Hava Taksi hizmetlerinin yolcu yoğunluğunun az olduğu diğer ulaşım modları ile ulaşımın olmadığı ya da ulaşımın uzun süreler aldığı konumlara ulaşımında kullanımının hava taksi hizmetleri için güçlü yanı olarak görse de az sayıda uzman hizmetlerin kullanımının pahalı ve erişiminin zor oluşu nedeniyle aksi görüş bildirmiştir.

Hava Taksi hizmetlerinin şehiriçi ulaşımında zaman tasarrufu sağlaması maddesi uzmanlardan en düşük 2 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü Hava Taksi hizmetlerinin şehiriçi ulaşımında zaman tasarrufu sağlamasını hava taksi hizmetleri için güçlü yan olarak görse de az sayıda uzman hava taksi hizmetlerinin yaygın olmayışından ötürü hizmetlere ulaşmak için harcanan zaman da toplam yolculuk süresi içinde düşünüldüğünde aksi yönde görüş bildirmiştir.

Hava Taksi hizmetlerin yerleşik yasal mevzuata uygun olarak verilen bir hizmet olması maddesi uzmanlardan en düşük 1 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü Hava Taksi hizmetlerin yerleşik yasal mevzuata uygun olarak verilen bir hizmet olmasını hava taksi hizmetleri için güçlü yan olarak görse de az sayıda uzman kararsız ve aksi yönde görüş bildirmiştir.

##### Güçsüz Yanlar

Hava Taksi hizmetlerinin idame, işletme ve bakım maliyetlerinin ve kullanım ücretlerinin yüksek olması maddesi uzmanlardan en düşük 4 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanlar Hava Taksi hizmetlerinin idame, işletme ve bakım maliyetlerinin ve kullanım ücretlerinin yüksek olmasının hava taksi hizmetleri için güçsüz yan olduğu yönünde görüş birliği sağlamıştır.

Hava Taksi hizmetlerinin geniş yer destek ve altyapı gereksinimi maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü Hava Taksi hizmetlerinin geniş yer destek ve altyapı gereksinimini hava

taksi hizmetleri için güçsüz yan olarak görülse de az sayıda uzman kararsız yönde görüş bildirmiştir.

Hava Taksi hizmetlerinde kullanılan hava araçlarının yüksek gürültü ve egzoz emisyon oranları maddesi uzmanlardan en düşük 2 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü Hava Taksi hizmetlerinde kullanılan hava araçlarının yüksek gürültü ve egzoz emisyon oranlarına sahip olmasının hava taksi hizmetleri için güçsüz yan olarak görülse de az sayıda uzman aksi ve kararsız yönde görüş bildirmiştir.

Hava Taksi hizmetlerinde kullanılan hava araçlarının olumsuz meteorolojik şartlarda uçuş kısıttı maddesi uzmanlardan en düşük 4 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanlar Hava Taksi hizmetlerinde kullanılan hava araçlarının olumsuz meteorolojik şartlarda uçuş kısıttını hava taksi hizmetleri için güçsüz yan olduğu yönünde görüş birliği sağlamıştır.

##### Fırsatlar

Hava Taksi hizmetlerinin afet durumlarında; hasar tespit, arama kurtarma, yardım vb. faaliyetlerde kullanılabilirlik maddesi uzmanlardan en düşük 2 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü Hava Taksi hizmetlerinin afet durumlarında; hasar tespit, arama kurtarma, yardım vb. faaliyetlerde kullanılabilirliğini hava taksi hizmetlerinin gelişimi ve yaygınlaşması için fırsat olarak görse de az sayıda uzman sistemlerin uçuş oprasyon maliyetleri yüksek olduğu için aksi yönde görüş bildirmiştir.

Hava taksi hizmetlerinin Kentsel hava hareketliliği sistemleri içerisine dâhil olarak teknolojik yenilikleri yakalayabilme imkânı maddesi uzmanlardan en düşük 2 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü Hava taksi hizmetlerinin Kentsel hava hareketliliği sistemleri içerisine dâhil olarak teknolojik yenilikleri yakalayabilme imkânını hava taksi hizmetleri için fırsat olarak görse de az sayıda uzman aksi ve kararsız yönde görüş bildirmiştir.

##### Tehditler

Hava taksilerin şehiriçinde olası kaza kırım tehlikesi maddesi uzmanlardan en düşük 4 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanlar Hava taksilerin şehiriçinde olası kaza kırım tehlikesini hava taksi hizmetleri için tehdit olduğu yönünde görüş birliği sağlamıştır.

eVTOL hava araçlarının hava taksilerin yerini alacak olması maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü Hava taksi hizmetlerinin eVTOL hava araçlarının hava taksilerin yerini alacak olmasını hava taksi hizmetleri için tehdit olarak görse de az sayıda uzman kararsız yönde görüş bildirmiştir.

Hava taksilerin şehir alanlarında diğer ulaşım modlarıyla rekabet edememesi maddesi uzmanlardan en düşük 2 en



yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü Hava taksilerin şehir alanlarında diğer ulaşım modlarıyla rekabet edememesini hizmetlerin yatırım alma ve yaygınlaşmasının önünde engel olduğu gerekçesiyle, hava taksi hizmetleri için tehdit olarak görse de az sayıda uzman aksi ve kararsız yönde görüş bildirmiştir.

Büyük hava yolu şirketlerinin etkisinden çıkamayışları maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü Büyük hava yolu şirketlerinin etkisinden çıkamayışlarını hava taksi hizmetleri için tehdit olarak görse de az sayıda uzman kararsız yönde görüş bildirmiştir.

Hava taksilerin Yenilikçi teknolojilerle kendilerini yenileyememeleri maddesi uzmanlardan en düşük 3 en yüksek 5 puan almıştır. Uzmanların genel görüşü Hava taksilerin Yenilikçi teknolojilerle kendilerini yenileyememelerini hava taksi hizmetlerin yaşamlarını sürdürülebilmeleri için tehdit olarak görse de az sayıda uzman kararsız yönde görüş bildirmiştir.

#### 4.3. Evtol Hava Araçları Karşılaştırma Analizi

**Tablo 18:** eVTOL Hava Araçları Karşılaştırma Tablosu

eVTOL Konsepti	Tasarım Zorluluğu	Dikey Kalkış ve İniş Verimliliği	Seyir Verimliliği ve Seyir Hızı	Batarya Kullanımı	Gürültü Düzeyi
Multikopter	Düşük	Yüksek	Düşük	Yüksek	Yüksek
Kaldırma + Seyir	Düşük	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek
Eğimli Kanat ve Rotor	Yüksek	Düşük	Yüksek	Düşük	Düşük
Kanal Vektörlü İtme	Yüksek	Düşük	Yüksek	Düşük	Düşük

Kentsel hava hareketliliği sistemlerinde kullanılmak üzere farklı tasarım konseptlerinde tasarlanıp üretilen eVTOL hava araçlarını tasarım zorluğu, dikey kalkış ve iniş verimliliği, seyir verimliliği ve hızı, batarya kullanımı ve gürültü düzeylerinin literatür okumaları ve uzmanlarla yapılan görüşmelerden elde edilen bilgilere dayanarak eVTOL hava araçları birbirleriyle düşük, orta ve yüksek ölçeğiyle karşılaştırma tablosu oluşturulmuştur.

#### 5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Teknolojideki gelişmelerle beraber iletişimden ulaşım, alışveriş yapma biçimlerimize kadar hemen hemen her şey değişmekte ve teknoloji her alanda hayatımızda daha da fazla yer etmektedir. Günümüzde ulaşımın insanlar için önemi şehir planlamalarından, teknolojik gelişmelere, ticari faaliyetlerden, lojistik ve tedarik zincirine kadar günlük yaşantımızda hemen hemen her konu, bir biçimde ulaşım ile bağlantılıdır. Artan şehir nüfusları beraberinde ulaşım dâhil

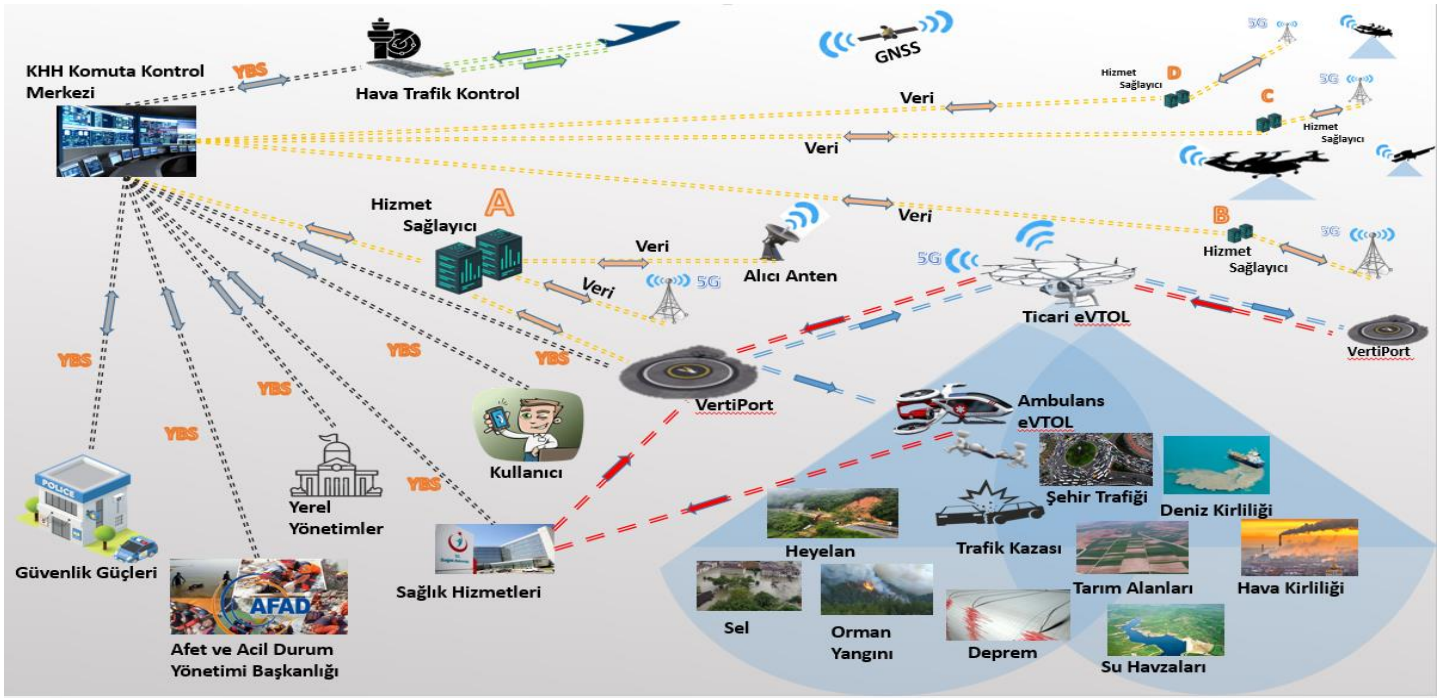
pek çok çözüm bekleyen sorunu da getirmiştir. İnsan, ürün ve hizmetlerin ulaşımının, düşük maliyetlerle, güvenli ve çevreye en az zararlı biçimde yapılmasının önemi tartışmasız bir gerçekliktir.

Son yıllarda popülaritesi her geçen gün artan KHH sistemleri bu hususta çözüm adayıdır. KHH sistemlerinin Bileşenleri, yasal zemini, kullanım alanları ve beklenen faydaları araştırılmıştır. KHH ve geleneksel hava taksi hizmetleri için oluşturulan SWOT maddeleri ayrı ayrı detaylı analizleri gerçekleştirilmiştir. KHH sistemlerinde kullanılacak olan eVTOL hava araçlarının karşılaştırma analizi hava aracı konseptleri kendi içlerinde Tasarım zorluğu, Dikey kalkış iniş verimliliği, Seyir verimliliği ve seyir hızı, Batarya kullanımı ve Gürültü düzeyleri göz önüne alınarak yapılmış ve bir tablo halinde birlikte gösterilmiştir. Ulaşımında yeni ve iddialı olan bu sistemi daha iyi anlaşılabilmesi için kentsel hava hareketliliği ve geleneksel hava taksi hizmetlerinin SWOT analizi maddelerinde uzman görüşlerine yer verilmiştir.

Analizlerden elde edilen verilerden ve literatür okumalarından Kentsel Hava Hareketliliği sistemlerinin önümüzdeki birkaç yıl içinde kentsel ulaşım, havacılık ve batarya teknolojilerindeki inovasyonda tetikleyici bir faktör olması öngörülmektedir. Yoğun nüfuslu kentlerde ve kent çevresinde sürdürülebilir kentsel hareketlilik politikaları doğrultusunda, insan ve kargo taşımacılığı eVTOL hava araçlarıyla sağlanacaktır. KHH sistemleri hayatımıza girmesiyle; Şehirçi ulaşımının rahatlaması, egzoz emisyon değerlerinin düşmesi, şehirde gürültü kirliliğinin azalması beklenmektedir. eVTOL hava araçlarının kullanımıyla, Tarım ve orman arazilerinin gözetimi, ilaçlama faaliyetleri, Su kaynakları ve denizlerin gözetimi (denize sintine bırakımı ve fabrika atıklarının temiz su kaynaklarına bırakılmasının önlenmesi), Kaçak yapılaşma, kaçak balıkçılık, göçmen kaçakçılığı faaliyetlerinin tespiti, ileri aşamalarda şehir planlama ve yayılımında Kentsel Hava Hareketliliği sistemlerinin etkili olması görüşü ortaya çıkmaktadır. Kentsel hava hareketliliği sistemlerinin güvenli ve etkin kullanılabilmesi için uzman görüşlerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda şehir engel veri tabanının oluşturulması, yasal mevzuatların belirlenmesi ve halkın bu yeni sistemi kabulü ve katılımı için tanıtım ve teknoloji gösterim faaliyetlerinin hız kazanması görüşüde bulunmaktadır. Elektrikli Dikey Kalkış ve İniş (eVTOL) ve hibrit sistemler için birçok çalışma yapılmaktadır. KHH sistemleri Birçok disiplin ve teknolojiyi içerisinde barındırmaktadır. Yönetim bilişim sistemleri olarak çalışılması gereken konuları belirlemek için öncelikle KHH için genel operasyon konsept resmi oluşturulmuştur. (Şekil 13) şehir alanlarında eVTOL hava araçlarının hız, irtifa, ve konum bilgileri gibi, hizmet verdikleri bölgelerde

üzlerinde bulunan kamera ve sensörler vasıtasıyla hizmet verilen bölgeye ve hava aracına göre değişecek verilerin toplanması gerekmektedir. Toplanan veriler 5G teknolojisiyle öncelikle yere indirilmeli, fiber altyapı ile hizmet sağlayıcı merkezlerine iletilmelidir. Aynı şehir alanı içerisinde birçok farklı hizmet sağlayıcı tarafından hizmet verilecektir. Tüm bu veriler kurulacak olan KHH komuta kontrol merkezine aktarmalıdır. Tüm hizmet sağlayıcılardan toplanan verilerin, sınıflandırılması, birbirleriyle ilişkilendirilerek anlamlandırılması ve görselleştirilerek kullanıcılara iletilmesi gerekecektir. Bu bilgilerin kullanıcıları; Hava trafik kontrol birimleri, güvenlik

güçleri, afet ve acil durum yönetim başkanlığı, yerel yönetimler, sağlık birimleri ve eVTOL hava araçlarıyla ulaşım hizmeti alan son kullanıcılarıdır. Bilişim teknolojilerinin üreteceği bilişim çözümleri kullanıcılar, hizmet sağlayıcılar ve otoriteler için büyük önem arz etmektedir. Hizmet sağlayıcılar için; Bir uçuş operasyonu esnasında ihtiyaç duyulan tüm bilgilerin derlenerek hizmet sağlayıcılara iletecek bilişim çözümleri üretilmelidir. Son kullanıcıların; eVTOL hava araçlarıyla uçuş deneyimlemeleri için ihtiyaç duydukları tüm bilgilerin derlenerek kullanıcılara ulaştırıldığı bilişim çözümlerine ihtiyacı olduğu görülmektedir.



Şekil 13: KHH Genel Konsept

Otoriteler için; Şehir alanı içindeki hava trafiğinin yönetimini hızlı, güvenli ve aynı hava sahası içinde operasyon icra eden diğer hava araçlarıyla eşzamanlı yapmak için hava araçlarından alınan verilerinin ortak bir veri tabanına, uydular, mobil ağlar ve fiber altyapı yoluyla iletmeleri gereklidir. Oluşan ortak veri havuzundaki verilerin anlık ve güncel olarak gerekli işlem ve analizlerden geçerek, şehir alanı içerisindeki tüm hava araçlarının kullanımına sunulmalıdır. Olası kaza kırımların önlenmesinde ve şehir hava trafiğinin güvenli ve hızlı olarak yönetilmesine olanak sağlayacak olan bilişim çözümlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

#### KAYNAKÇA

Agouridas V., Czaya A., Stechly J., Kumar R., (2021), "Kentsel Hava Hareketliliği ve Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planlaması – Uygulayıcı Brifing", <https://www.researchgate.net/publication/357057>

770\_Urban\_Air\_Mobility\_and\_Sustainable\_Urban\_Mobility\_Planning\_-\_Practitioner\_Briefing, (29.09.2022).

Airnewstimes, (2012), "FAA Nedir ve Ne zaman kurulmuştur?", <https://www.airnewstimes.com/faa-nedir-ve-ne-zaman-kurulmustur-17018-haberi.html>, (02/09/2022).

Asianaviation, (2022), "ANA ve Joby, hava taksi hizmetleri için ortaklık imzaladı", <https://asianaviation.com/ana-joby-sign-partnership-for-air-taxi-services/>, (06/09/2022).

Çoban B., Karakaya Y.E., "Geleceği Planlamada Stratejik Yönetim Ve Swot Analizi: Kavramsal Yaklaşımlar". e-Journal of New World Sciences Academy 2010, Volume: 5, Number: 4, Article Number: 3C0052 (2021): s 347 11/12/2022.

- EASA, (2021), “Kentsel Hava Hareketliliği (KHH)”, <https://www.easa.europa.eu/domains/urban-air-mobility-KHH>, (02/09/2022).
- EASA, (2022), “EASA vertiportlar için dünyanın ilk tasarım spesifikasyonlarını yayınladı”, <https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/easa-issues-worlds-first-design-specifications-vertiports>, (02/09/2022).
- Eurocities, “Avrupa İnovasyonu Akıllı Şehirlerde Ortaklık ve Topluluklar (EIP-SCC) Pazar Yeri ve Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Eylem Kümesi”, [https://nws.eurocities.eu/MediaShell/media/8784\\_EIP\\_SCC\\_UrbanMobility\\_Flyer\\_HiRes.pdf](https://nws.eurocities.eu/MediaShell/media/8784_EIP_SCC_UrbanMobility_Flyer_HiRes.pdf), (02/09/2022).
- Ezin Y., (2021), “COVID 19 Sürecinde Üniversitelerde Uzaktan Muhasebe Eğitiminin SWOT Analiz Tekniği ile Değerlendirilmesi”. Muhasebe ve Finansman Dergisi (2021): 73-90 <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mufad/issue/65174/937725>, (28/11/2022).
- FAA, (2022), “Kentsel Hava Hareketliliği ve Gelişmiş Hava Hareketliliği”, [https://www.faa.gov/uas/advanced\\_operations/urban\\_air\\_mobility](https://www.faa.gov/uas/advanced_operations/urban_air_mobility), (02/09/2022).
- Gary S Vermaak, (2021). “Kırsal Hava Hareketliliği - kırsal alanları Dünya ile birleştiriyor” flight-crowd, <https://www.flight-crowd.com/post/rural-air-mobility-connecting-rural-areas-with-the-world>, (11/10/2022).
- Globalsavunma, (2021), “Kentsel Hava Ulaşımı Ve Dikey Kalkış-İniş”, <https://www.globalsavunma.com.tr/kentsel-hava-ulasimi-ve-dikey-kalkis-inis.html>, (05/11/2022).
- Howthingsfly, “Dikey Kalkış Ve İniş”, <https://howthingsfly.si.edu/propulsion/vertical-flight>, (02/09/2022).
- Infiniti Ventures, Transportation (2021): Urban Air Mobility and Flying Cars, <https://infinitiventures.substack.com/p/transportation-urban-air-mobility>, (10/09/2022).
- Lilium, “Vizyonu gerçeğe dönüştürmek – bir eVTOL jeti tasarlamak”, <https://lilium.com/newsroom-detail/lilium-architecture-design-principles>, (06/09/2022).
- Lilium, “İlk Elektrikli Dikey Kalkış Ve İniş Jetiyle Tanışın”, <https://lilium.com/jet>, (06/09/2022).
- Mary McMahon, (2022). “Hava Taksi nedir?”, wikimotors <https://www.wikimotors.org/what-is-an-air-taxi.htm>, (10.10.2022).
- Rajendran S., ve Pagel E., (2020). “Helikopter hizmetlerinin çevrimiçi inceleme analizine dayalı olarak ortaya çıkan hava taksi ağı operasyonları için öneriler”, sciencedirect, Volume 6, Issue 12, Aralık 2020, e05581.
- SHGM, (2022), “Hava Ulaştırma İşletmeleri”, <https://web.shgm.gov.tr/tr/havacilik-isletmeleri/2063-hava-tasima-isletmeleri>, (09.09.2022).
- SHGM, “Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Hava Seyrüsefer Yıllık Emniyet Raporu”, <https://web.shgm.gov.tr/doc4/nsa.pdf>, (02/09/2022).
- Scerri A., (2020), “EASA ve FAA eVTOL standartları: İki yaklaşım, tek hedef”, verticalmag, <https://verticalmag.com/opinions/easa-faa-eVTOL-standards/>, (02/09/2022).
- T.C. Dışişleri Bakanlığı, “Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) Uluslararası Teşkilat Künyesi”, [https://www.mfa.gov.tr/uluslararasi-sivil-havacilik-orgutu-icao\\_.tr.mfa](https://www.mfa.gov.tr/uluslararasi-sivil-havacilik-orgutu-icao_.tr.mfa), (04/09/2022).
- Tuncal A., Uslu S., “Kentsel Hava Hareketliliği Kavramının Gelişiminde İki Önemli Faktör: ATM ve Toplum”, KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi (KMUSEKAD), 2021, E-ISSN:2147-7833.
- Ulusal, (2019), “Mersin'de hava taksi hizmete girdi.”, <https://www.ulusal.com.tr/haber/8486970/mersin-de-hava-taksi-hizmete-girdi-hava-taksi-ne-kadar>, (14/10/2022).
- Verticalmag, (2021), “Eve, eVTOL şarj altyapısını incelemek için EDP ile ortak oldu”, <https://verticalmag.com/news/eve-edp-study-eVTOL-charging-infrastructure/>, (08/09/2022).
- Verticalmag, (2022), “Kentsel hava hareketliliğinin geleceği için altyapı hususları”, <https://verticalmag.com/opinions/infrastructure-considerations-future-urban-air-mobility/>, (08/09/2022).
- Volocopter, “volocity”, <https://www.volocopter.com/solutions/voloccity>, (06/09/2022)
- Volocopter, “voloconnect”, <https://www.volocopter.com/solutions/voloconnect/>, (06/09/2022).

Volocopter, “voloport”, <https://www.volocopter.com/wp-content/uploads/air-taxi-voloport-01-scaled.jpg>, (02/09/2022).

Flight-crowd, “Elektrikli Kısa Kalkış Ve İniş (Estol) Aracı”, <https://www.flight-crowd.com/estol>, (02/09/2022).

Havajet, “EASA – Avrupa Havacılık Güvenliği Ajansı”, <https://www.havajet.com/bunlari-biliyor-musunuz/easa-european-aviation-safety-agency/>, (02/09/2022).

Northfly.aero, “Havacılık Kuruluşları Nelerdir? ICAO, EASA, SGHM, JAA, FAA”, <https://northfly.aero/blog/havacilik-kuruluslari-nelerdir-icao-easa-sghm-jaa-faa>, (02/09/2022).

shgm, (2022), “Hava Aracı ve İlgili Ürün, Parça ve Cihazın Uçuşa Elverişlilik ve Çevresel Sertifikasyonu (SHT21)” konulu Talimat revize edilmiştir”, <https://web.shgm.gov.tr/tr/mevzuat/6796-quot-hava-araci-ve-ilgili-urun-parca-ve-cihazin-ucusa-elverislilik-ve-cevresel-sertifikasyonu-sht21-quot-konulu-talimat-revize-edilmistir>, (02/09/2022).

skku.edu, (2020), “Mevzuat ve Altyapının Hazırlanması”, <http://skt.skku.edu/news/articleView.html?idxno=853>, (02/09/2022).

skymax, (2016), “Hava Taksi Hizmeti Nedir?”, [https://skymax.com/history-of-air-taxi-in-the-usa\\_771241/](https://skymax.com/history-of-air-taxi-in-the-usa_771241/), (10/09/2022).



© 2019 & 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).



**EXTENDED ABSTRACT**

With the developments in technology, almost everything is changing, from communication to transportation, to the way we shop, and technology takes an even greater place in our lives in every field. Today, the importance of transportation for people, from city planning to technological developments, from commercial activities to logistics and supply chain, almost every subject in our daily life is somehow related to transportation. Increasing city populations have brought along many problems waiting to be solved, including transportation. The importance of transporting people, goods and services at low costs, safely and in the least harmful way to the environment is an indisputable reality. Urban Air Mobility (UAM), which we can consider as the air pillar of the mobility revolution, which is among the goals of the super smart society 5.0, by definition, refers to a set of tools and operational concepts proposed to provide on-demand or scheduled air transportation services within a city area. VTOL (Vertical Take-off and Landing), eVTOL (Electric Driven Vertical Take-off and Landing) and STOL (Short Take-Off) emerged as an integrated concept from UAVs and rotary wing systems, which are used effectively in many fields with the developing technology and whose usage area is expanding every day. and Landing) aerial platforms seem likely to be used as manned, semi-autonomous and autonomous in areas such as urban transportation, retail cargo transportation, and health in the near future. With the use of UAM Systems; With the use of VTOL, eVTOL and STOL aircraft, which have low maintenance and operating costs in short distances, travel routes will be shortened, urban transportation maintenance and operating costs will decrease, and Vertiports, which are access points to UAM systems, are likely to increase. Along with the falling operating costs, the increase in accessibility to air transportation and accordingly triggering the hidden demand potential for air transportation, along with the relief of land traffic in cities, decreasing emission rates and saving time, which is the most precious limited resource, are expected. In the integration of UAM systems into cities, SWOT (Strong and Weak Opportunities Threats) analysis of this new system with traditional air taxi services was performed, opportunities, threats, strengths and weaknesses were determined, a comparison analysis of eVTOL aircraft concepts was made, and results and evaluations were made. Before conducting the research, an important step of the research is to determine the participants, which is the most important starting point of the research. The participants consist of a sample group of 9 people selected from experts from Turkey and abroad, who have worked in different aviation projects for many years in the aviation industry, and who follow the industry and aviation technologies. For SWOT analysis of traditional air taxi and Urban air mobility systems, SWOT items created with the data obtained in face-to-face interviews with experts to determine the strengths, weaknesses, opportunities and threats of Urban air mobility and Traditional air taxi services are sent via e-mail to the sample consisting of experts. 1-Strongly Disagree, 2-Disagree, 3-Undecided, 4-Agree and 5-Completely Agree. The final SWOT analysis items were created by collecting the information obtained. According to the research, when the available data are examined, the opportunities and strengths of the urban air mobility systems reveal that it is inevitable to apply the systems in the cities of the future, even though they contain weaknesses and threats. Urban Air Mobility systems are predicted to be a driving factor in innovation in the areas of urban transport, supply chain, aviation battery technologies and law in the next few years. In line with sustainable urban mobility policies in densely populated cities and around the city, human and cargo transportation is provided to facilitate urban transportation, decrease in exhaust emission values, decrease in noise pollution in the city, Monitoring of agricultural and forest lands, spraying activities, Surveillance of water resources and seas (bilge release to the sea) and preventing the discharge of factory wastes to clean water resources), the detection of illegal construction, illegal fishing, migrant smuggling activities, and the idea that Urban Air Mobility systems should be effective in city planning and dissemination in advanced stages. With the widespread use of eVTOL aircraft over city areas, its usability in activities such as the coordination and direction of surveillance teams in events such as Fire, Earthquake, Forest Fire, and the surveillance of the city comes to the fore. In order for the safe and effective use of urban air mobility systems, there is an opinion that the promotion and technology demonstration activities should be accelerated for the establishment of a city barrier database, the determination of legal regulations, and the acceptance and participation of the public in line with the information obtained from expert opinions. A lot of work is being done for Electric Vertical Takeoff and Landing (eVTOL) and hybrid systems. The need arises to meet the requirement of the urban air mobility system, which includes many disciplines and technologies, for service providers, users and authorities to collect the data they need for the management, use and follow-up of the system, associating with each other, making sense and visualizing them and presenting them to the needy. Information technologies are of great importance for users, service providers and authorities. It is seen that service providers need information solutions where information including all steps in a flight operation concept is provided and aircraft technical data are presented to the authorities to be given to the authorities, and information solutions where all the information they need for their users to experience flight with eVTOL aircraft is compiled and delivered to the users.

For the authorities; In order to manage the air traffic in the city area quickly, safely and simultaneously with other aircraft operating in the same airspace, the aircraft should transmit their data to a common database via satellites and mobile networks, and the data in the common data pool formed instantly and up-to-date from the necessary operations and analysis. It is necessary to develop IT solutions that will allow the use of all aircraft in the city area by passing through the city area, to prevent possible accident killings and to manage city air traffic safely and quickly.