

Kentsel Hava Hareketliliğinin Tarihsel Gelişimi ve Karşılaştırmalı Ürün Performans Analizi

Orhan Erden ¹, Merve Sırım Tiryakioğlu ^{2*}

¹Endüstriyel Tasarım Mühendisliği/Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

² Endüstriyel Tasarım Mühendisliği/Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

*(merve.tiryakioğlu@gazi.edu.tr)

Özet – İnsanlık tarihin en başından beri toplumlar hareket halindedir. Bu hareket isteği zaman içerisinde çeşitli gelişim aşamalarından geçmiştir ve değişmiştir. Uçma tutkusu ile temelleri atılan havacılık, kentsel hava hareketliliğinin (UAM) ortaya çıkışı ile farklı bir boyut kazanmıştır. Kentsel hava hareketliliği 2010'lu yıllarda ortaya atılmış ve günümüzde çok büyük bir ivme ile büyüyüp gelişen, oldukça yenilikçi teknolojiler barındıran, çevre dostu olmasıyla öne çıkan ve daha da hızlanarak gelişip yaygınlaşması beklenen bir konsepttir. Bu çalışma kapsamında UAM konseptinin tarihsel evrimi incelenmiştir. Konseptin tam olarak anlaşılmasından sonra, sektörde öncü on yedi firmanın toplamda on sekiz ürünü listelenmiştir. Listelenen bu ürünler dört farklı parametre altında değerlendirilmiş ve sonrasında karşılaştırmalı ürün performans analizi gerçekleştirilmiştir. Ürün performans analizinden gelen sonuçlar konu başlıkları altında gruplandırılmıştır. Araştırmanın sonucunda da UAM hareketinin gelişimini etkileyen teknik ve teknik olmayan faktörler olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen faktörler kendi özelinde derinlemesine araştırılıp tekrar analiz edilmiş ve konunun altında yatan temel sebepler anlaşılmaya çalışılmıştır. Son olarak belirlenen problemlerin gelecekte nasıl aşılacağına dair öznel ve nesnel öngörülerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler – Kentsel hava hareketliliği, kentsel hareketlilik, UAM, eVTOL, hava aracı tasarımı

The Historical Development of Urban Air Mobility and Comparative Product Performance Analysis

Abstract – Societies have been in motion since the beginning of human history. This desire for movement has undergone various stages of development and transformation over time. Aviation, rooted in humanity's passion for flight, has taken on a new dimension with the emergence of Urban Air Mobility (UAM). Proposed in the 2010s, UAM is a concept characterized by rapid growth and development, innovative technologies, environmental friendliness, and expected to expand further at an accelerated pace. This study examines the historical evolution of the UAM concept. Once the concept is fully understood, a total of eighteen products from seventeen leading companies in the industry were listed. These products were evaluated under four different parameters, and a comparative product performance analysis was conducted. The results from the product performance analysis were grouped under relevant headings. The research identified both technical and non-technical factors affecting the growth of the UAM movement. These identified factors were thoroughly researched, reanalyzed, and an effort was made to understand the underlying causes of the topic. Finally, subjective and objective insights were offered on how the identified challenges might be overcome in the future.

Keywords – Urban air mobility, urban mobility, UAM, eVTOL, aircraft design

I. GİRİŞ

İnsanlık tarihinin ilk dönemlerinden itibaren insanlar, yerleşik düzene geçişle birlikte, mal ve insan taşımak, daha uzak mesafelere seyahat etmek ve yeni topraklar keşfetmek amacıyla çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Şehirlerin gelişiminden sonra bu hareketlilik sosyal yaşamın merkezine yerleşmiştir. O zamanlardan bugüne şehirler ve teknoloji büyük gelişmelere şahit olmuştur. Şehirlerin gelişmesi, toplumları at arabalarından modern otomobillere geçişe yönlendirmiştir. Bu ilerleme perde arkasında büyük bir hikâye barındırmaktadır. Günümüzde ise teknoloji, şehirleri, şehir yaşamını ve hareket biçimimizi değiştirip dönüştürmektedir

[1]. Ancak, kentsel hareketlilikteki asıl devrim 19. yüzyılda otomobilin icadıyla gerçekleşmiştir. Aynı zamanda otomobiller, yalnızca bir ulaşım aracı olmaktan çıkarak, toplumda statü sembolü haline gelmiştir. Başlangıçta sadece toplumun belirli bir kesiminin erişebildiği, lüks bir tüketim ürünü olarak görülürken; üretim maliyetlerinin düşmesiyle beraber kullanımı yaygınlaşmış, orta ve alt kesimin de ulaşabileceği bir teknoloji olarak konumlanmıştır.

Ne var ki, gelişen teknoloji ve dönüşen toplum beklentileri karayolu taşımacılığının da limitleri olduğunu ortaya koymuştur. Şehirlerde artan nüfus ve buna bağlı olarak

otomobil sayısı ve kullanıcı kitlesindeki genişleme, trafik sıkışıklığını ciddi bir sorun haline getirmiştir. Özellikle coğrafî engeller, çevre ve gürültü kirliliği gibi sorunlar da karayolu ulaşımının sınırlılıklarını görünür hale getirmiştir [2]. Karayolu taşımacılığındaki sınırlılıklar daha hızlı, coğrafî engellere takılmadan bir noktadan başka noktaya ulaşımı sağlayabilecek, yeni bir teknoloji ihtiyacını görünür hale getirmiştir.

Havacılığın tarihi 19.yy'a kadar uzanmaktadır. Tarihteki ilk planlı hava aracı geliştirme denemeleri, oldukça ilkel sayılsa da uçan araba konseptleridir. Henry Ford gibi birçok mucit uçan araba konseptini yaratmaya çalışmış ve bu girişimlerin neredeyse tamamı trajik şekillerde mucitlerin ölümüyle sonuçlanmıştır. Bu başarısız denemelerin tamamı bugünkü havacılığın gelişim öncüsü olup havacılık tarihine büyük katkı sağlamıştır [3]. Tüm bu başarısız denemelerden alınan derslerle beraber havacılık sektörü, 20. yüzyılda büyük bir ivme kazanmıştır. Yüksek yolcu kapasiteli uçakların geliştirilmesiyle, uzak mesafe uçuşları başlamış ve devrim niteliğindeki bu hareket hız kazanmıştır. Otomobillerin ortaya çıktığı ilk dönemlerde olduğu gibi hava taşımacılığı da lüks tüketim ürünü olarak belirdi. Uçakların yaygınlaşması ve bilet maliyetlerin düşmesi hava taşımacılığının halkın geniş kesimine erişmesine olanak sağladı. Uçaklar, her ne kadar havacılıkta devrim yaratmış olsa da belirli sınırlamalara sahipti ve bazı noktalarda kullanıcıların gereksinimleri karşılamakta yetersiz kaldı. Uçakların iniş ve kalkış için uzun pistlere ihtiyaç duyması, yoğun şehir merkezlerine erişimdeki zorluklar ve hava koşullarına duyarlılıkları, yeni alternatiflerin geliştirilmesini gerekli kıldı.

Bu noktada helikopterler kullanıma girdi. 1950'lerden itibaren helikopterler, özellikle coğrafî olarak zorlu bölgelere ve sıkışık şehir merkezlerine hızlı ulaşım sağlamak için yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Ancak, helikopterler de sınırlılıklara sahipti. Helikopter platformları gürültü seviyesi, yakıt tüketimi ve güvenlik kaygıları sebebiyle tepkiler aldı [4]. Helikopterlerin de kullanıcıların tüm gereksinimlerini karşılayamaması, şehir içi hava ulaşımına yönelik daha sessiz, daha güvenli ve çevre dostu bir çözüm arayışını da beraberinde getirdi.

Ve bu arayış 21. yy.'da hız kazandı. Bu noktada, kentsel hava hareketliliği (urban air mobility- UAM) kavramı ortaya çıktı. UAM, şehir içi ulaşımında yeni, güvenli ve sürdürülebilir hava araçlarının kullanımını tarif eden bir konsepttir [5]. Bu yeni konsept hava araçları; daha küçük boyutlu olması, esnek hareket kabiliyeti ve düşük çevresel etkileri ile geleceğın ulaşım çözümlerinden biri olarak görülmektedir [5],[6]. UAM kavramı içerisinde yer alan hava araçları, kısa mesafe yolcu ve kargo taşımacılığı, arama kurtarma faaliyetleri, insani yardım, şehir turu, gibi çok çeşitli operasyonel amaçlara hizmet verebilmektedir [6]. [7].



Şekil. 1 Volocopter [8].



Şekil. 2 Lilium [9].

2010'ların sonlarına doğru ve 2020'lerin başlarında, birçok şirket, araştırma kuruluşu ve üniversiteler UAM teknolojileri üzerinde çalışmaya başlamış ve prototipler geliştirmiştir [7]. Bu yeni konsept ve teknoloji halen gelişmektedir. UAM konseptini diğerlerinden ayıran en önemli özelliği tamamen elektrikli olmasıdır. Elektrik batarya ve motor teknolojileri çevre dostu bir gelecek için büyük bir umuttur.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada UAM konseptinin ortaya çıkışı, günümüze evrimi, gerekli teknolojilerin tespiti ve konseptin gelecekteki konumunun anlaşılması ve fırsatların değerlendirilmesi amacıyla literatür taraması yapılmıştır.

Bu araştırma, dünyanın farklı ülkelerinde faaliyet gösteren ve sektörde öncü UAM firmalarının ürünlerinin karşılaştırmalı performans analizinin gerçekleştirilmesine yönelik tarama modelinde nitel bir çalışmadır. Tarama modelleri, geçmişte veya mevcut durumda var olan bir durumu olduğu gibi tanımlamayı amaçlayan araştırma yaklaşımlarıdır. Araştırmanın odaklandığı olay, birey veya nesne, kendi koşulları içinde ve olduğu gibi betimlenir; bu süreçte herhangi bir değişiklik veya etki yaratma amacı güdülmez [8].

Belirlenen 17 firmaya ait 18 ürünün özellikleri incelenmiş 4 farklı parametre altında karşılaştırılmış ve bulgular analiz edilmiştir.

III. BULGULAR

Kentsel hava hareketliliği, 2010'ların sonlarından itibaren hızla gelişen bir alan olmasına rağmen, uygulamaya yönelik örnekleri halen sınırlıdır. Ürünlerin birçoğu konsept tasarımdan prototip haline geçebilmiş olsa da tamimiyle entegre edilmiş platformlar yok denecek kadar azdır.. Ürünlerin henüz istenilen performans kriterlerini yakalayamamış olması, sektörün kat edeceği yol olduğuna işaretir.

Tablo 1. Endüstri liderleri ve ürün analizi

Üretici-Model	Kontrol	Yolcu Sayısı	Ortalama sürat (km/saat)	Menzil (Km)
Airbus-CityAirbus Nextgen	1 Pilot	4	120	80
ArcherAviation-Midnight	1 Pilot	4	241	100
AutoFlight-Prosperity I	Otonom	4	200	250
Bell Helicopter-Nexus 4EX	Otonom	4	241	97
Beta Technologies-ALIA A250	Otonom	4	402	270
Boeing- PAV	Otonom	2	180	80
EHang-EHang216	Otonom	2	100	35
Joby Aviation-Joby-S4	1 pilot	4	322	241
Eve UAM Solutions-Eve	1 pilot	4	241	96
Lilium- Jet 7-Seater	1 pilot	6	250	250
Lilium- Jet 16-Seater	1 pilot	15	-	-
SkyDrive Inc.-SD-05	1 pilot	1	100	10
Supernal- S-A1	1 pilot	4	290	97
Uber Elevate-eCRM-003	1 pilot	4	241	96
Wisk-Generation6	Otonom	4	222	144
Vertical Aerospace-VX4	1 pilot	4	150	100
Volocopter - Volocity	1 pilot	1	102	27
XPeng AeroHT -Voyager X2	Otonom	2	130	-

Not: Bu tablo yazarlar tarafından [13]-[32] kaynakları kullanılarak oluşturulmuştur ve firmalar alfabetik olarak listelenmiştir.

Tablo 1’de sektörde faaliyet gösteren öncü firmaların ürünleri listelenmiştir. Boeing, Airbus, Volocopter, Lilium, Joby Aviation, SkyDrive ve diğerleri havacılık sektörünün gelişmesinde ve özellikle UAM konseptinin ilk adımlarının atılmasına önemli katkılarda bulunmuşlardır. Araştırma kapsamında gerçekleştirilen karşılaştırmalı ürün performans analizinde, kullanıcı perspektifinden önem taşıyabilecek ve tasarıma girdi olabilecek 4 parametre seçilmiştir.

Tasarıma girdi yapabilecek ve kullanıcı tercihlerini etkileyebilecek ilk ve en önemli parametre aracın kontrol şeklidir. UAM araçları bir pilot kontrolünde ya da gelişmiş yazılımlar sayesinde pilotsuz yani otonom olarak kontrol edilebilmektedir. Geliştirilen 18 üründen 12’si pilotlu 6’sı ise otonom olarak geliştirilmektedir. Günümüzde havayolu ticari uçuşların tamamı pilotlu olarak gerçekleştirilmektedir kullanıcıların oldukça aşına olduğu bir konsepttir. Diğer yandan otonom ya da uzaktan kumanda ile kontrol edilen hava araçları da mevcuttur. Bunların en yaygın örnekleri İHA (insansız hava araçları) ve dronlardır. Ancak İHA’lar ve dronlar insan taşımacılığında faaliyet göstermemektedir.



Şekil 3 Airbus [10]

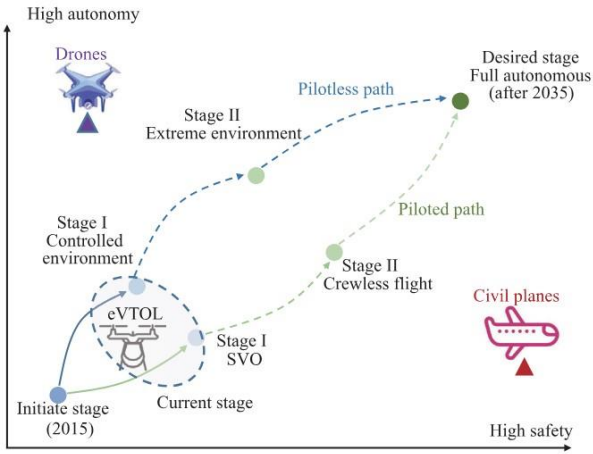
Kullanıcı perspektifinden önemli görünen bir diğer parametre ise yolcu sayısı olarak belirlenmiştir. 18 uygulamanın 11’i 4 yolcu kapasiteli diğer 3 uygulama ise 2 yolcu kapasiteli olarak geliştirilmektedir. Uygulamaların yalnızca 2’si 2 yolculu planlanmaktadır. Bununla birlikte yalnızca Lilium firması rakiplerinden oldukça farklılaşarak 6 ve 15 yolcu kapasiteli olmak üzere iki farklı konsepti aynı anda geliştirmektedir.

Menzil parametresi, karşılaştırmalı performans analizinde önemli görülen diğer bir elementtir. Bu parametre, ürünün operasyon konseptini, kullanıcı kitlesini ve onların beklentilerini ve aracın fiziksel tasarımını etkileyebilecek bir diğer önemli parametredir. Örneğin, New York, Singapur, Paris, Dubai gibi kalabalık şehirler hava taksilerin trafik sıkışıklığına çare olacağı önemli noktalar. Bu senaryolarda kullanıcılar, kısa mesafede hızlı şekilde hareket edebilme ihtiyacı duyacaklardır. Bu da kısa mesafe yolculuklarında konforun ikinci plana atılarak, verimliliği yüksek hava araçlarının hava aracı gereksinimini de beraberinde getirebilir. Tabloda listelenen 18 ürün arasında en düşük menzil 10 km ve en yüksek menzil ise 270 km olarak görülmektedir.

Ortalama sürat, menzil parametresi ile değerlendirildiğinde kullanıcı perspektifinden önemli olabilecek bir parametredir. Tabloda listelenen en düşük ortalama sürat 100 km/saat olarak gözlemlenirken, en yüksek ortalama sürat ise 402 km/saat tespit edilmiştir.

IV. TARTIŞMA

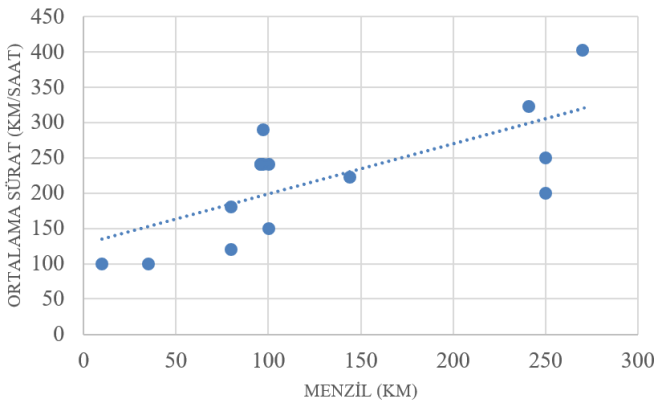
21 yy. UAM konseptinin geliştirilmesinde büyük adımların atıldığı ve kısa sürede çok büyük değişimlere şahit olduğumuz bir dönemdir. Hiçbir büyük değişimin de bir gecede yaşanması da beklenmez. Toplumun yeni bir konsepti benimsemesi belirli bir süreç gerektirir ve bu da tasarımların hayata geçirilmesinde kilit rol oynamaktadır [11], [33]. Tablo 1’de görüldüğü üzere, piyasada geliştirilmekte olan konseptler büyük oranda pilotlu tasarlanmaktadır. Firmaların pilotlu tasarım tercihinin arkasında yatan en büyük neden, toplumun otonom kontrollü araçları kabullenmeye hazır olmamasıdır. Yapılan birçok araştırma da öngörüğü doğrulamaktadır. Yolcular, seyahat ettikleri araçlarda kontrolü elinde tutan bir otorite figürünün varlığını yani pilotları, güven verici bir unsur olarak görmektedirler [33]. Bunun yanında, tamamen otonom araçların geliştirilme süreci, pilotlu modellere göre çok daha uzun zaman, çalışma ve teknolojik yeterlilik gerektirmektedir. Tesla’nın, çok uzun yıllardır otonom sürücülü araçlar üzerinde geliştirmeler yaptığı bilinmektedir. Yakın geçmişte bu otonom sürücülü araçlar Amerika’da kullanılmaya başlanmıştır. Otonom sürücülü konseptlerin kara araçlarında yaygınlaşması ve toplumda değişen algı ile otonom hava araç konseptlerinin kabul göreceği öngörülmektedir.



Şekil 4 Otonom eVTOL geliştirme trendi [12]

Şekil 4'te görüldüğü üzere, tamamen otonom eVTOL(elektrikli dikey iniş ve kalkış yapabilen) araçların hayatımıza girişi 2035 ve sonrası olarak öngörülmektedir. Bu öngörü Tablo 2'deki değerlerle de paralellik göstermektedir. Firmaların bir kısmı pilotlu bir kısmı ise pilotsuz- tamamen otonom- otonom geliştirme patikasını seçmişlerdir. Bu geliştirme zamanını belirleyen tek etken teknoloji ve toplumun bu konseptleri kabul etmesi değildir. Havacılık kendine has kuralları olan özel bir sektördür. Ve havacılık sektörü çok sıkı yasalar çerçevesinde kontrol edilmektedir. Havacılık kurallarını belirleyen kuruluşlar, yasaların şekillendirilmesi üzerine çalışmalarına devam etmektedirler. Gerekli anlaşmaların sağlanması da belirli bir zaman alacaktır.

Yapılan karşılaştırmalı ürün performans analizinde dikkat çeken ikinci diğer bir önemli nokta ise, firmaların yolcu kapasitesi konusunda benzer tercihte bulunmasıdır. 18 üründen 11'inin 4 yolcu kapasiteli olarak tasarlanmaktadır. Bu tercihin arkasında birden fazla sebep yatmaktadır. Bunlardan ilkinin maliyet olduğu düşünülmektedir. Firmaların ve operatörlerin en büyük beklentisinin kâr elde etmek olduğunu tahmin etmek zor değildir. Diğer bir neden ise kullanıcı tercihleridir. UAM oldukça yeni bir konsepttir ve ilk etapta bilet fiyatlarının yüksek olması beklenmektedir. Bu deneyime oldukça yüksek ücretler ödeyecek yolcuların kendilerini daha ayrıcalıklı hissedeceği, düşük yolcu kapasiteli konseptlerin geliştiriliyor olması da bir tasarım kararıdır. Üçüncü ve son neden ise batarya teknolojinin henüz istenen gelişmişlik düzeyine erişememesi kabul edilebilir. Batarya kapasitesi ve yük birbirlerine zıt hareket eden iki parametredir. Yüksek yolcu kapasitesi daha güçlü batarya teknolojisi ve daha kısa uçuş süresini beraberinde getirecektir.



Şekil 5 Ortalama sürat ve menzil ilişki grafiği

Not: Bu grafik yazarlar tarafından özgün olarak oluşturulmuştur.

Ortalama sürat ve menzil verilerini beraber değerlendirmek daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu iki parametrenin kombinasyonu, ürünün görev profili ve performans ile paraleldir. Şekil 5'teki grafiğe bakıldığında dağınık bir grafik gözlenmektedir. Aynı zamanda bu dağınık görüntü firmaların teknolojiye farklı gelişmişlik seviyelerinde olduğu ve birbirlerinden farklı stratejiler geliştirdiklerine de işaret olarak değerlendirilebilir.

V. SONUÇ

Sektördeki öncü firmaların geliştirdiği hava araçlarının UAM konseptinde geliştirdiği konseptlerin ürün performans analizi yapılmıştır. Analiz, kontrol şekli, yolcu kapasitesi, menzil ve ortalama sürat gibi dört temel parametre üzerinden yapılmıştır. Bu araştırmanın sonucuna UAM'nin gelişimi etkileyen faktörler teknik ve teknik olmayan faktörler olmak üzere üç konu başlığı altında toplanmaktadır.

1- Toplumun konseptte aşına olmaması ve kullanımı yönünde çekincelerinin olması gelişiminin önündeki teknik olmayan en önemli engeldir. Otonom sürürlü arabaların tüm dünyada yaygınlaşması ve günlük hayatın önemli bir parçası haline gelmesi gerçekleşmesi gereken ilk adımdır. Kullanıcı perspektifinin değişmesi ve teknolojiye ilerlemelerle beraber bu güven problemi ortadan kalkacaktır.

2- UAM hareketinin gelişmesinin önünde üç önemli teknik engelden ilki batarya teknolojisinin henüz istenen gelişmişlik düzeyini yakalayamamış olmasıdır. Birçok yerli ve yabancı firma batarya ve otonom sürüş teknolojileri üzerine ciddi yatırımlar yapmaya devam etmektedir. Bu yatırımlar, daha güçlü batarya teknolojisini ve buna bağlı olarak da yüksek kapasitede yük ve yolcu taşıyabilen konseptlerin gelişmesinin önünü açacaktır.

3- UAM hareketinin gelişmesinin önündeki ikinci teknik engel ise, havacılık yasalarının henüz şekillenmemiş olmasıdır. Bu yeni UAM konsepti uçaklara nazaran oldukça alçak irtifada hizmet verecektir. Bu durum birçok güvenlik riskini de beraberinde getirmektedir. Şehir üzerinden alçak irtifada uçan araçlar o bölgede yaşayan sakinlerin mahremiyeti açısından riskler taşımaktadır. Ayrıca olası terör girişimleri ve bu uçakların düşürülme riski kendi özelinde incelenmesi gereken önemli bir başlıktır. Havacılık yasalarının belirlenmesi bu noktada oldukça kritiktir ve buna bağlı olarak geliştirilecek yazılım ve tasarım çözümleri bu riskin düşürülmesine katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak; teknik ve teknik olmayan tüm faktörler birbirlerinin gelişiminden etkilenmektedir ve ayrı düşünülemez. Gelecek 10 yıllık süreçte bu teknik ve teknik olmayan engellerin ortadan kalkacağı ya da en azından kabul edilebilecek risk seviyelerine ineceği, tamamen otonom, farklı konseptlerde hizmet verebilen, oldukça yüksek performanslı hava araçlarının hayatımıza dahil ve bugünkü çözümlerin yerini alması oldukça muhtemeldir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, ikinci yazarın yüksek lisans tezinin bir parçasıdır ve birinci yazar -aynı zamanda tez danışmanı- gözetiminde yürütülmüştür.

REFERANSLAR

- [1] Shaheen, S., & Cohen, A. (2020). Mobility on demand (MOD) and mobility as a service (MaaS): Early understanding of shared mobility impacts and public transit partnerships. In *Demand for emerging transportation systems* (pp. 37-59). Elsevier..
- [2] Patterson, M. D., Antcliff, K. R., & Kohlman, L. W. (2018). A proposed approach to studying urban air mobility missions including an initial exploration of mission requirements. In *Annual Forum and Technology Display* (No. NF1676L-28586).
- [3] Asian Sky Team (2022) A brief history of advanced air mobility [Online]. Available: <https://www.asianskygroup.com/a-brief-history-of-aam-global-sky-quarterly-2022-q1-123/>
- [4] Cohen, A. P., Shaheen, S. A., & Farrar, E. M. (2021). Urban air mobility: History, ecosystem, market potential, and challenges. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22(9), 6074-6087. IFAR & ICAO. (2023). Scientific Assessment for Urban Air Mobility (UAM). Advanced Air Mobility Annual Market outlook5.
- [5] IFAR, A., Eschmann, C., Hackenberg, D., Vidal, C., Schuchardt, B. I., Schröpfer, A., ... & Sülberg, J. D. (2023). Scientific Assessment for Urban Air Mobility (UAM).
- [6] Alzurikat, M., Chng, S., Ribeiro, N., & Bloomfield, J. (2024). A Future with Autonomous Urban Air Mobility .
- [7] Hussain, A., & Silver, D. (2021). Advanced Air Mobility: Can the United States afford to lose the race?. N. Karasar, Bilimsel Araştırma Yöntemi (11. Baskı). Ankara: Nobel Yayınları. 2002. s. 77
- [8] (2024) Volocopter website. [Online]. Available: <https://www.volocopter.com/en/solutions/voloregion>
- [9] (2024) Lilium website. [Online]. <https://lilium.com/>
- [10] (2024) Airbus website. [Online]. Available: <https://www.airbus.com/en/innovation/energy-transition/hybrid-and-electric-flight/cityairbus-nextgen>
- [11] (2021) Think Aero website [Online]. Available: <https://think.aero/views/social-acceptance-of-uam-a-great-unknown/>
- [12] Xiang, S., Xie, A., Ye, M., Yan, X., Han, X., Niu, H., ... & Huang, H. (2023). Autonomous eVTOL: A summary of researches and challenges. *Green Energy and Intelligent Transportation*, 100140.
- [13] (2024) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/news/category/vertiflite>
- [14] XU, Edward, "The future of transportation: White paper on urban air mobility systems. EHang: Guangzhou," China, 2020.
- [15] (2024) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/news/airbus-unveils-cityairbus-prototype>
- [16] (2023) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/archer/>
- [17] (2023) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/autoflight-v1500m>
- [18] (2020) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/bell-nexus-4ex/>
- [19] (2024) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/beta-technologies-alia/>
- [20] (2024) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/aurora/>
- [21] (2023) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/ehang-216/>
- [22] (2023) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/joby-s4>
- [23] (2022) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/embraer/>
- [24] (2024) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/lilium-gmbh-lilium-jet-7-seater>
- [25] (2024) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/lilium-jet-16-seater>
- [26] (2024) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/skydrive-sd-05>
- [27] (2023) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/hyundai-s-a1/>
- [28] (2023) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/uber-elevate-ecrm-003/>
- [29] (2024) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/wisk-aero-generation-6>
- [30] (2024) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/vertical-aerospace-VA-1X>
- [31] (2024) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/volocopter-volocity/>
- [32] (2022) The Electric VTOL News website. [Online]. Available: <https://evtol.news/xpeng-voyager-x2>
- [33] Edwards, T., & Price, G. (2020). *eVTOL passenger acceptance* (No. ARC-E-DAA-TN76992).