

Araştırma Makalesi

İnsansız hava araçlarının (İHA) taşımacılıkta kullanımına yönelik keşfedici bir araştırma: drone taşımacılığı ve uygulamaları

Muhammed Turgut^{1,*}, Bilal Şeker²

¹ Gümrük İşletme Bölümü, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Tarsus Üniversitesi, Mersin, Türkiye

² Lojistik ve Tedarik Zinciri Anabilim Dalı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Maltepe Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

*Correspondence: muhammedturgut@tarsus.edu.tr

DOI: 10.51513/jitsa.1146992

Özet: Teknolojik gelişmelerle birlikte son dönemlerde insansız hava araçları (İHA) alanında önemli gelişmeler ve uygulamalar yaşanmaktadır. Özellikle askeri alanda çok fazla kullanılan İHA'ların ticari hayata adaptasyonu hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Askeri gözetim ve izleme, telekomünikasyon, sağlık ve kurtarma operasyonları gibi çeşitli uygulamalarda büyük başarılar elde etmeye yardımcı olan İHA'lar dronelar aracılığıyla lojistik operasyonlarda da aktif rol almaya başlamışlardır. E-ticaretin günlük yaşama çok fazla entegre olması lojistik operasyonlarda yenilikçi çözümlere duyulan ihtiyacı da arttırmıştır. Bu kapsamda işletmeler müşteri taleplerine kesintisiz ve hızlı cevap verebilmek için drone taşımacılığını tercih etmeye başlamışlardır. Drone taşımacılığıyla birlikte erişimin zor olduğu, trafik sıkışıklığının yoğun olduğu ve henüz altyapı eksikliklerin tamamlanmadığı lokasyonlara da sevkiyat gerçekleştirilme imkânı doğmuştur. İlgili literatür incelendiğinde, son yıllarda uygulanan bu taşımacılık faaliyetinin incelenmesine yönelik çalışmaların kısıtlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmada drone taşımacılığı ile ilgili kavramsal çerçeve anlatılarak, lojistik işletmelerindeki kullanımı uygulamalarıyla birlikte ele alınmıştır. Keşfedici bu araştırma aracılığıyla literatürdeki eksikliklerin giderilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışma akademisyenler için drone taşımacılığının sektöre olan yansımalarını gösterirken, uygulamacılar için ise bir vizyon belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırma sonucunda drone taşımacılığının henüz yeni geliştirilen bir süreç olmasına rağmen lojistik işletmelerinde ve operasyonlarında kullanımının hızla arttığı ve yakın gelecekte de önemini arttıracığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Drone, drone taşımacılığı, insansız hava araçları, taşımacılık

An exploratory study on the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) in transportation: drone transportation and its applications

Abstract: Along with technological developments, there have been significant developments and applications in the field of unmanned aerial vehicles (UAV) recently. The adaptation of UAVs, which are used a lot especially in the military field, to commercial life is rapid. UAVs, which have helped to achieve great success in various applications such as military surveillance and monitoring, telecommunications, health and rescue operations, have also started to take an active role in logistics operations through drones. The integration of e-commerce into daily life has increased the need for innovative solutions in logistics operations. In this context, businesses have started to prefer drone transportation in order to respond to customer demands uninterruptedly and quickly. With drone transportation, it has become possible to make shipments to locations where access is difficult, traffic congestion is intense and infrastructure deficiencies have not been completed yet. When the relevant literature is examined, it is seen that the studies on the examination of this transportation activity implemented in recent years are limited. In this study, the conceptual framework of drone transportation is explained and its use in logistics enterprises is explained with applications. Through

* Corresponding author.

E-mail address: muhammedturgut@tarsus.edu.tr

ORCID: 0000-0002-0868-7041; 0000-0001-9511-6898

Received 22.07.2022; accepted 05.10.2022

Peer review under responsibility of Bandirma Onyedi Eylul University.

this exploratory research, it is aimed to eliminate the deficiencies in the literature. While this study shows the reflections of drone transport on the industry for academics, it aims to set a vision for practitioners. As a result of the research, it has been determined that although drone transportation is a newly developed process, its use in logistics enterprises and operations has increased rapidly and will increase its importance in the near future.

Keywords: Drone, drone transportation, transportation, unmanned aerial vehicles

1. Giriş

İnsansız Hava Aracı (İHA) “içerisinde insan bulunmayan otonom olarak veya yönlendirilebilen uzaktan kumandalı uçaklar” olarak tanımlanmaktadır (Glover, 2014). İHA’lar, üzerinde pilot olmadan çalışan, aerodinamik kuvvetleri kullanan bir hava aracı olarak tanımlanır. Önceden programlanmış uçuş planları veya daha karmaşık dinamik otomasyon sistemlerine dayalı olarak bilgisayar üzerinde otonom olarak uzaktan kumanda ile kontrol edilir (Şkrinjar vd., 2018). İHA’lar dronelar aracılığıyla lojistik operasyonlarda da aktif rol almaya başlamışlardır. Dronelar, askeri alanda çok fazla kullanım alanı bulan uzaktan kumandalı pilotsuz hava araçlarıdır. Son dönemlerde çok çeşitli sivil (askeri olmayan) uygulamalarda kullanılmaya başlanmış ve büyük bir potansiyele sahiptir. Drone teknolojisi hızla gelişmekte ve önümüzdeki yıllarda iş ortamlarını önemli ölçüde değiştirecektir (Otto vd., 2018). Son zamanlarda drone teknolojisi alanında önemli gelişmeler ve uygulamalar yaşanmaktadır. Birkaç yıl içinde bu uygulamaların günlük yaşantımıza tamamen entegre olacağı düşünülmektedir. Günümüzde droneların kullanımı dünya çapında giderek daha popüler hale geliyor. Günlük hayatımızda drone'lar hem kişisel hobiler için hem de ticari faaliyetler için kullanılmaktadır. Endüstriyel sektörlerde, dronelar tesis denetimi, elektrik hattı denetimleri, ilkyardım, yangın ve sel izleme amaçlı kullanılmaktadır. Kullanım alanları analiz edildiğinde akla gelebilecek hemen hemen her sektörde drone'ların kullanıldığı göze çarpmaktadır (Ayrancı, 2017). Ticari amaçla kullanılan droneların tarım (Türkseven vd., 2016; Akkamış ve Çalışkan, 2020; Özgüven vd., 2022), inşaat (Fidancı ve Karabörk, 2019), ulaşım ve trafik yönetimi (Raj ve Sah, 2019), sağlık ve ilk yardım (Yılmaz, 2018; Nyaaba ve Ayamga, 2021; Koshta vd., 2021; Ghelichi vd., 2021; Zhu vd., 2022), denetim (Mualla vd., 2018), kamu güvenliği (Kaşlı, 2022), paketleme (Liu vd., 2017; Javadi vd., 2021; Osakwe vd., 2022) ve diğer birçok sivil hükümet faaliyetlerinde ve kamu hizmetini tesis etmek amacıyla bir çok faaliyette yer aldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra drone teknolojisinin tedarik zincirinin bir çok aşamasından etkin bir şekilde kullanıldığı görülmektedir (Çalışkan ve Erturgut, 2022).

Günümüzde birçok endüstri, işgücü maliyetini azaltabileceği için pilotsuz teknolojiden potansiyel olarak yararlanmaktadır. Drone'lar, insanların erişemeyeceği tehlikeli ortamlarda çalışabilir. Ayrıca pilotsuz teknoloji, hava beslemesi, termal kontrol ve kabin basınçlandırmasını sağlayan kokpit ve çevre sistemlerini gereksiz hale getirerek uçağın ağırlığını ve dolayısıyla enerji tüketimini azaltmaktadır. Drone'lar için yol altyapısı gerekmez ve bu nedenle karayoluyla ulaşılması zor olan yerlere erişebilir (Otto vd., 2018). Drone teknolojisi taşımacılık alanında, düşük maliyetleri, küçük boyutları ve programlanabilir özellikleri nedeniyle son on yılda dikkatleri üzerine çekmiştir. Drone teslimatı, paketleri verimli bir şekilde teslim etmek için en umut verici uygulamalardan biridir (Kim ve Matson, 2017). Tedarik zinciri operasyonlarında yer alan şirketler, daha önce çok zaman alan, yüksek verim gerektiren ve pahalı olan veya emek yoğun bazı görevleri önemli ölçüde yerine getiren çok çeşitli rollerde hizmet etmek için insansız hava araçları olarak da bilinen droneları kullanmaktadır (Sarder, 2020).

Çalışmanın birinci bölümünde insansız hava araçları ile ilgili bilgiler verilerek, tarihçesi anlatılacak ve İHA’ların ticari faaliyette sağladığı avantaj ve dezavantajlar ele alınacaktır. İkinci kısımda türkçe ve yabancı geniş kapsamlı bir literatür incelemesi yapılacaktır. Üçüncü kısımda ise taşımacılık faaliyetlerinin kapsamı ele alınacaktır. Çalışmanın son kısmında ise drone taşımacılığı hakkında bilgiler verilerek uygulamadaki kullanımına değinilecektir. Son olarakta incelenen konu hakkında sonuç ve öneriler sunulacaktır.

2. Literatür

Son yıllarda insansız hava araçlarına olan ilgi hem kişisel kullanımda hem de ticari kullanımda giderek artmaktadır. Lojistik sektöründe İnsansız hava aracıyla teslimatın benimsenmesinde birçok önemli faktör rol oynayabilir. Bu makale, bu tür kritik başarı faktörlerini ortaya çıkarmaya ve aralarındaki ilişkileri kurmaya çalışmaktadır. Çalışmamızda insansız hava araçlarının ticari olarak taşımacılık faaliyetlerinde kullanımına yönelik uygulamalar ele alınmıştır.

Çalışma kapsamında uluslararası literatür incelenmiş hangi alanlarda drone kullanımının yaygın olduğu saptanmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda özellikle son tüketiciye teslimat alanında yaygın bir şekilde drone kullanımı saptanmıştır. Raj ve Sah (2019)’un yaptığı çalışmada drone kullanımının trafik

sıkışıklığını önleyerek teslimat süresini kısaltma potansiyeline sahip olduğu bununla birlikte geleneksel ulaşım modlarına kıyasla karbon ayak izini azaltan bir etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur (Raj ve Sah, 2019). Yine ürün teslimatı alanında Javadi vd. (2021)'in yaptığı çalışma incelendiğinde kamyon ve drone teslimat modelinin karşılaştırmalı bir analizi yapılmıştır. Kamyonlardan paket teslimatı için gönderilen dronelerin geri dönüşlerinde kamyon ile senkronize bir zamanlama ve rotalama sağlaması için bir matematiksel model geliştirilmiştir (Javadi vd., 2021). Gelecek yıllarda teslimat süreçlerinde drone kullanımının nihai kullanıcılar için kabul görüp görmeyeceğine dair yapılan sosyal ve bilişsel bir çalışma Osakwe vd. (2022) tarafından yapılmıştır. Liu vd. (2017), ürün teslimatı süreçlerinde daha düşük maliyetli olması nedeniyle drone kullanımının yaygınlaştığını ancak seyrek talep altında bu verimin ortadan kalktığını vurgulamışlardır. Çalışmada bu soruna odaklanarak tandem yönlendirme ile drone ve kamyon rotalama probleminin çözümüne dair araştırma yapmışlardır (Liu vd., 2017).

İnsani yardım ve sağlık alanında drone kullanımına yönelik çalışmalar için Zhu vd. (2022), Nyaaba ve Ayamga (2021), Koshta vd. (2021) ve Ghelichi vd. (2021) tarafından yapılan çalışmalar incelenmiştir. Zhu vd. (2022), yaptıkları çalışmada beklenmeyen durumda gerçekleşen bir afet sonrası insansız hava aracı (İHA)ların ilk yardım için gerekli malzemelerin insani yardım uygulaması için ihtiyaç talep noktalarına teslim edilmesini ele almaktadır (Zhu vd., 2022). Nyaaba and Ayamga (2021) yaptıkları çalışmada ise çeşitli tıbbi malzemelerin dronlar tarafından taşınmasını, tıbbi dronların başarılı kullanımının zorluklarını ve tıbbi dronların potansiyel faydalarını inceleyen bir literatür çalışmasını ele almışlardır. Koshta vd. (2021), tarafından yapılan çalışmada ise Covid 19 kaynaklı ülkelerin belirsiz bir süre için karantinaya alınmasıyla birlikte, araçların ürünleri arzdan talep noktasına taşıyamaması nedeniyle insanların gıda, ilaç ve diğer temel ihtiyaç maddelerine erişiminin dronelar tarafından yapılmasını ele almışlardır (Koshta vd., 2021). Ghelichi vd. (2021), tarafından yapılan çalışmada ise tıbbi malzemelerin zamanında teslimi için bir drone filosunun lojistiğini, rotalarını optimize etmek için bir optimizasyon modeli geliştirilmiştir (Ghelichi vd., 2021).

IoT- Nesnelerin interneti alanında yapılan çalışmalar kapsamında Cheema vd. (2021), Merkert ve Bushell (2022), Mualla vd. (2018) tarafından yapılan çalışmalar incelenmiştir. Cheema vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada dronelerin kullanımında teknolojik bir değişim olarak baz istasyonları ile dronelar arasında bir ilişki kurulmasına ele alınmış bu kapsamda baz istasyonlarından fadalanarak 5G ve ötesi teknolojilerin dronelara entegre edilmesi üzerinde durulmuştur (Cheema vd., 2021). Merkert ve Bushell (2022) tarafından yapılan çalışmada ise drone kullanımının hızla yayılması ve drone filolarının kontrolsüz bir şekilde büyümesinin yaratacağı olumsuz etkilerin ele alınmış bu konudaki düzenleyici politikaların önemine dikkat çekilmiştir. Bununla birlikte gelecekte drone kullanımının kontrollü yaygınlaşmasını sağlamaya yönelik tehdit ve fırsatlar ele alınmıştır (Merkert ve Bushell, 2022). Mualla vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada ise İnsansız Hava Araçlarının (İHA) hava taşımacılığında sivil uygulamaların giderek daha fazla ilgi gördüğü üzerinde durulmuş, operasyonel maliyetler, güvenlik endişeleri ve yasal düzenlemeler nedeniyle, güvenli yazılım modellerinin uygulanması ve testlerini yürütmek için tercihen aracı tabanlı simülasyon çerçevelerinin kullanılması önerilmiştir. Çalışmada ISO yazılım kalite modeli kullanılarak en güvenli metodojileri ortaya konulmuştur (Mualla vd., 2018).

Çalışma kapsamında Türkçe literatür incelediğinde İHA kullanımlarının tarım, ormancılık, gazetecilik, madencilik, sağlık ve lojistik alanında yapılan çalışmalarda incelendiği tespit edilmiştir. Tarım alanında kullanımına yönelik Türkseven vd. (2016), Akkemiş ve Çalışkan (2020), Özgüven vd. (2022), çalışmaları incelenmiştir. Türkseven ve ark. tarafından yapılan çalışmada tarım sektöründe hangi faaliyetlerde İHA kullanımını incelemişlerdir. Bu inceleme sonucunda insansız hava araçlarının tarımda bitkilerde hastalıkların tespitinde, yabancı otların flora tespitinde, olgunluk tespitinde, verimlilik tespitinde, su stresi ve hassas kimyasal uygulamalarda kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır (Türkseven vd., 2016). Tarım sektöründe insansız hava araçlarının kullanımının uzaktan algılamada diğer sistemlere göre daha hızlı ve daha ekonomik bir sistem olduğu tespit edilmiştir (Akkemiş ve Çalışkan, 2020). İnsansız hava araçları gibi uzman ve yeni teknolojilerin kullanımı tarımda uzman sistemlerin gelişimi sağlamaktadır. Yeni uygulamaların gelişimi tarım sektörüne birçok katkı sunarken, drone teknolojisinin gelecek yıllarda da bu sektörde çok fazla kullanılacağı düşünülmektedir (Özgüven vd., 2022).

Ormancılık alanında kullanımına yönelik Akgül vd. (2016), Fidancı ve Karabörk (2019), tarafından yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Akgül ve ark. tarafından yapılan çalışmada insansız hava araçlarının ormancılıkta kullanım alanları ve ormanlık alanlarda sayısal yükseklik modeli oluşturma olanakları araştırılmıştır. Çalışma sonucunda ormancılık faaliyetlerinde kaliteli görüntü ve coğrafi bilgi sistemi verilerini elde edebilmede insansız hava aracı kullanımının katkı sağladığı görülmektedir (Akgül vd., 2016). Fidancı ve Karabörk (2019), tarafından yapılan çalışmada ise İHA'ların ormanlık alanlardaki karayolu projelerinde kullanımı incelenmiştir. Geleneksel yöntemlerle elde edilen veriler ve İHA'lar tarafından elde edilen verilerin kıyaslandığında bu çalışmada sonuçların birbirine benzer bir şekilde olduğu görülmüştür (Fidancı ve Karabörk, 2019).

Diğer alanlarda yapılan çalışmalara baktığımızda Kekeç vd., (2018) madencilik faaliyetlerinde insansız hava araçları kullanımını ele almışlardır. Bu alanda kullanılan insansız hava araçlarının madenin havadan izlenebilmesinin geleneksel yöntemlere göre zaman ve ölçüm hassasiyeti sağladığı sonucuna varılmıştır (Kekeç vd., 2018). Kaşlı (2022), yapmış olduğu çalışmada ise kolluk kuvvetlerinde insansız hava aracı kullanımını incelemiştir. Drone teknolojisinin kolluk operasyonlarında kullanılması sınır güvenliği, istihbarat, olay yeri inceleme, izleme ve gözlem gibi birçok uygulamada kolaylık sağladığı görülmüştür (Kaşlı, 2022). Kavaklı (2018), yapmış olduğu çalışmada dronelerin gazetecilikte kullanımını incelemiştir. Bu teknolojiyle birlikte gazetecilikte haber üretim, dağıtım, tüketim süreçleri, haber anlatım ve sunum tekniklerinin zenginleşmesine katkı sunmuştur (Kavaklı, 2018). Yılmaz (2018), ise insansız hava araçlarının insani yardım faaliyetlerinde kullanımını ve önemini vurgulamışlardır. İnsani yardım hususunda insansız hava araçlarının gelecek vaat eden bir teknoloji olduğu söylenebilir (Yılmaz, 2018).

Yerli literatürde lojistik ve tedarik zinciri alanında insansız hava aracı çalışmalarının sayılı olduğu görülmüştür. Bu alanda tespit edilen tek çalışmanın Çalışkan ve Erturgut (2022), tarafından İHA'ların lojistik sektöründe kullanımı ve İHA pilotları üzerine yapılan çalışma olduğu görülmüştür. Çalışmada anket 301 İHA pilotunun algısı ve demografik değişkenlere göre farklılıklar tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda ise lojistik sektöründe insansız hava araçlarının kullanılması drone pilotlarının profesyonel algılamalarında demografik değişkenlerin bir farklılığa neden olduğu tespit edilmiştir (Çalışkan ve Erturgut, 2022). Taşımacılık alanında ise Nakıboğlu (2020) tarafından yapılan drone taşımacılığı ve son adım teslimatta kullanımını inceleyen araştırma bulunmuştur. Son adım teslimatta kullanılan drone teknolojisinin zaman, maliyet ve çevresel açıdan birçok avantaj sağlayacağı tespit edilmiştir (Nakıboğlu, 2020).

Yapılan literatür taraması özellikle Türkçe literatürde lojistik, tedarik zinciri ve taşımacılık alanlarında çok az çalışmanın bulunması, drone taşımacılığını uygulamalarıyla birlikte detaylı bir şekilde ele alan bir çalışmanın yerli literatürde bulunmaması bu çalışmanın önemini gösterirken, taşımacılık faaliyetlerinde gelecek yıllarda çok fazla karşımıza çıkacak olan bu teknolojinin dünyadaki uygulamalarıyla anlatılmasının literatüre önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir.

3. İnsansız hava araçları (İHA)

İnsansız Hava Aracı (İHA) veya İnsansız Hava Aracı Sistemi (UAS) bir insan kontrolünde olmadan otonom olarak veya uzaktan yönlendirilebilen Uzaktan Kumandalı hava aracı olarak bilinir (Glover, 2014). İHA, üzerinde pilot olmadan çalışabilen bir hava aracı olarak tanımlanabilir. Esasen bir İHA, üzerindeki sistemlerin yazılım kontrolü ile uçuş planlarına entegre edilmiş uzaktan kontrol edilebilen veya otonom olarak uçabilen bir robot olarak tariflenebilir (Austin, 2010). İnsansız hava araçları, bir uçağa benzer hafif bir uçan cihazdır; ancak uçaktaki bir pilot tarafından işletilmediği için uçaktan farklıdır (Gupta vd., 2018). Özetle insansız hava araçları “içerisinde pilot bulunmayan, üzerinde amacına uygun olarak çeşitli aletler bulunduran, yerde bulunan bir pilot tarafından kontrol edilen veya önceden planlanan uçuş güzergahında otonom olarak yönlendirilen hava araçları” olarak tanımlanabilir (Kahveci ve Can, 2017). İHA ların hayatımıza girişinin kronolojisi aşağıdaki Tablo 1’de özetlenmiştir:

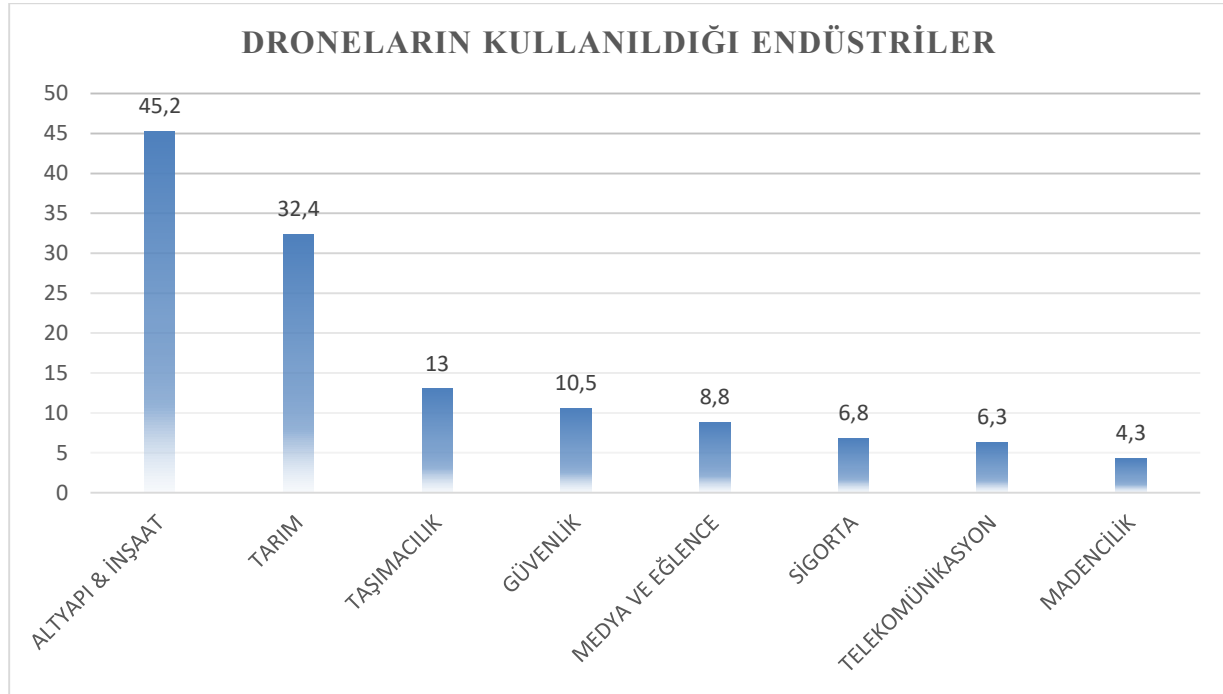
Tablo 1. İHA'ların tarihsel gelişimi (Garg, 2021).

Yıl	Gelişim Süreci
1782	İlk insansız araç uçuşu Montgolfier Kardeşler tarafından gerçekleştirildi.
1800'ler	“Kameralı” ilk drone, 19. yüzyılın sonunda kullanıldı.
1849	22 Ağustos 1849'da Avusturyalılar ilk kez İHA kullanarak patlayıcı yüklü insansız balonlarla Venedik'e saldırdılar.
1894	İnsansız Balonlar Avusturyalılar tarafından kullanıldı.
1898	Nikola Tesla, motorları açıp kapatmak için radyo frekanslarını kullanarak sözlü komutla yön değiştiren küçük bir insansız tekne icat etti ve Madison Square Garden'daki bir sergide sundu.
1915	Neuve Chapelle Savaşı sırasında, İngiliz Ordusu, bölgedeki Alman siperlerinin yaklaşık 15.000 gökyüzü görünümü haritasını yakalamak için havadan görüntüler kullandı.
1916	Birinci Dünya Savaşı sırasında, ilk İHA Amerika Birleşik Devletleri'nde uçtu; İHA'nın test uçuşundaki başarısı çok iyi olmasa da savaşta potansiyellerini ortaya koydu.
1917	Fransız topçu subayı Rene Lorin, uçan bombalar kullanımını önerdi.
1920	Elmer Sperry ilk kontrollü etkinleştirme teknolojisini kullanarak uçuş kontrolünü mümkün kılar.
1920	İnsanlı quadcopter'lar ilk olarak denendi, ancak o sırada mevcut olan teknoloji tarafından etkinlikleri engellendi.
1920	Etienne Oemichen, dört rotorlu ve sekiz pervaneli bir tasarım gerçekleştirdi; hepsi tek bir motorla çalıştırıldı ve 1000'in üzerinde başarılı uçuş kaydedildi. İlk kaydedilen mesafe 1924'te bir helikopter için 360 m idi.
1935	İlk kullanılan drone olan “De Havilland Dh82b Queen Bee” icat edildi.
1941	ABD tarafından ilk büyük ölçekli drone üretimi Reginald Denny tarafından başlatıldı.
1943	Alman Ordusu, dört küçük kanatlı ve 1362 kg ağırlığında bir radyo kontrol cihazına sahip bir bomba olan FX-1400 veya “The Fritz X”'in açılışını yaptı. İlk uzaktan kumandalı mühimmat operasyonel kullanıma sunuldu ve bu güdümlü hava silahları için büyük bir atılım olarak yer aldı.
1958	Curtis Wright şirketi Curtis Wright VZ-7'yi ABD Ordusu için tasarladı. Bu tasarım uçuşu kontrol etmek için dört pervanede değişken itme kullanan ve pilotun iş yükünü basitleştiren önemli bir buluştu.
1960lar	İHA'lar Vietnam Savaşında kullanıldı. Uzaktan kumandalı savaş araçları bu savaşta yeni bir rol üstlendiler.
1970ler	Bu süre zarfında İsrail, pilotsuz iki gözetleme makinesi, MASTIFF UAV ve IAA Scout geliştirdi. Ayrıca, İHA'ların başarısı Vietnam Savaşı'nın sonuna kadar devam etti. 1970'lerde ABD gözünü diğer İHA türlerine dikerken, diğer ülkeler kendi gelişmiş İHA sistemlerini geliştirmeye başladı.
1982	Askeri operasyonlarda İHA kullanımı yaygınlaştırıldı. İsrail, Suriye ile düşmanlıkların patlak vermesinde Sovyet uçaksavar teknolojisini, bir insansız uçak sürüsü ile konumunu ortaya çıkardı.
1985	ABD'nin Grenada, Lübnan ve Libya operasyonlarında İHA'lar kullanıldı.
1986	Orta ölçekli bir insansız keşif uçağı olan “RQ2 Pioneer”ı ABD ve İsrail ortak bir projeye üretmeye başladılar.
1990	Minyatür ve Mikro İHA'lar araştırmaların önemli bir parçası haline geldi ve kısa sürede harekete geçti.
2000	Predator Drone ilk olarak Afganistan'da konuşlandırıldı.
2005	İlk ticari multikopter Almanya'da Microdrones tarafından geliştirildi.
2006	Drone kullanımı yaygınlaşıyor.
2010	Tüketiciler için akıllı telefon kontrollü bir quadcopter olan Parrot AR Drone, Las Vegas'taki Tüketici Elektronikleri Fuarı'nda tanıtıldı.

Tablo 1. İHA'ların tarihsel gelişimi (devamı)

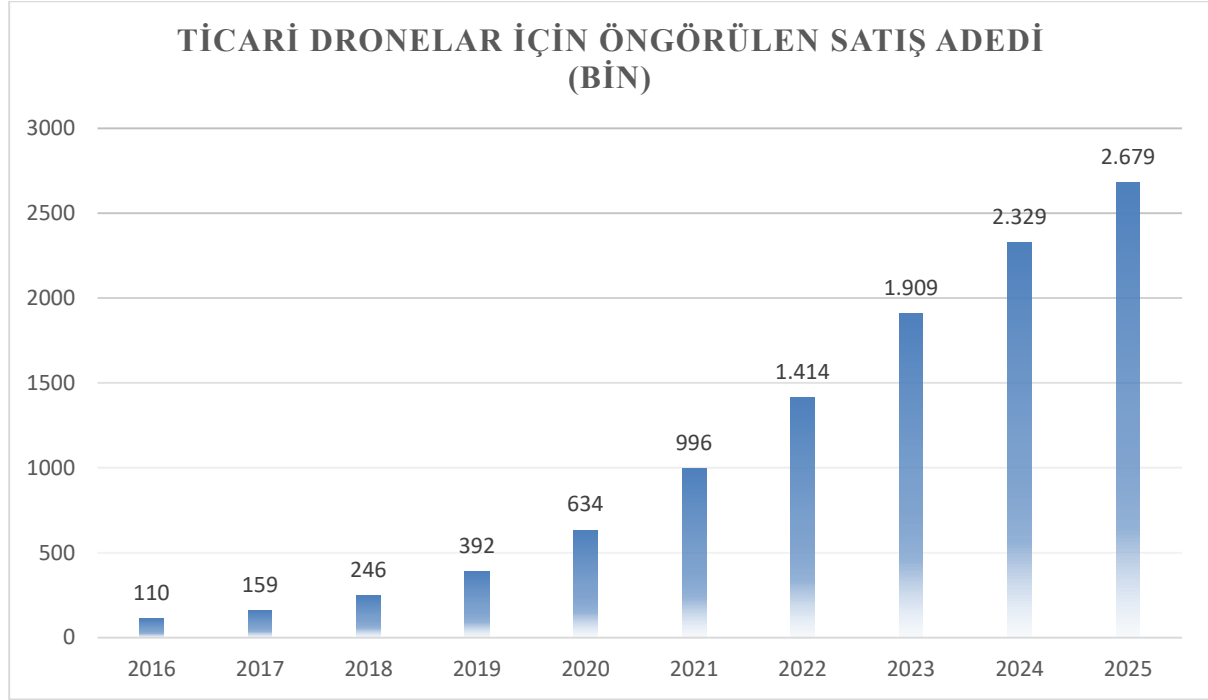
2012	Federal Havacılık İdaresi (FAA), küçük dronları 2015 yılına kadar ulusal hava sahasına entegre edilmesini istedi.
2013	Teslimat faaliyetleri için ticari dronların kullanılması planlandı.
2014	Drone, Amazon tarafından ilk kez 2014 yılında teslimat için kullanıldı. Ayrıca FAA, film ve TV prodüksiyon şirketlerine drone kullanımı için bir muafiyet tanıdı.
2016	2016 Amazon, ilk Prime Air paketini Cambridge, İngiltere'de teslim etti.
Günümüz	Geçtiğimiz 10 yılda, DJI Phantom ve Parrot AR drone da dahil olmak üzere birçok küçük gelişmiş quadcopter pazara girdi. Askeri alanda çok fazla kullanılan İHA'lar, yeni üretilen dronların ucuz, kullanışlı ve uçuş kontrolü daha rahat olduğu için sivil ve ticari alanda da çok fazla kullanılmaya başlandı.

İHA'ların tarihsel gelişimine bakıldığında askeri alanda istihbarat toplanılması, uçaksavar ve silah olarak kullanımıyla hayatımıza girdiği görülmektedir. Bu teknolojinin 2000'li yıllardan itibaren askeri kullanımının yanı sıra sivil ve ticari hayatta kullanılmaya başlandığı ve her geçen gün kullanımının artarak gelecekte de önemli bir noktada olacağı düşünülmektedir.

**Şekil 1.** Drone teknolojisinin kullanıldığı endüstriler. (Statista, 2016).

İHA'ların faaliyet alanları incelendiğinde havacılık, askeri alan faaliyetleri, havadan ölçme, kolluk kuvvetleri, arama ve kurtarma, madencilik, koruma, kirlilik izleme, ölçme, petrol, gaz ve maden arama ve üretimi, afet yardımı, arkeoloji, kargo taşımacılığı, tarım, hassas tarım, inşaat, yolcu taşımacılığı, suç ve terör faaliyetlerinin izlenmesi, sinema filmi yapımı, hobi ve eğlence, gazetecilik ve ışık gösterisi gibi çok sayıda alanda uygulamaları olduğu görülmektedir (Ayrancı, 2017). Drone teknolojisinin en fazla kullanıldığı faaliyet ve sektörlerin başında inşaat ve altyapı sektörü gelirken (%45,2), bunu tarım sektörü (%32,4) ve taşımacılık sektörü (%13,0) takip etmektedir. Bu sektörleri sırasıyla güvenlik, medya ve eğlence, sigorta, telekomünikasyon ve madencilik sektörleri takip etmiştir. Drone kullanımının taşımacılık faaliyetlerinde son yıllarda oldukça fazla kullanıldığı ve gelecekte pazar payının daha da artacağı görülmektedir. İHA'ların kullanımları, gerçek zamanlı izleme, kablosuz kapsama alanı sağlama, uzaktan algılama, arama ve kurtarma, mal teslimi, güvenlik ve gözetim, hassas tarım ve sivil altyapı denetimi dahil olmak üzere birçok sivil alanda da yaygınlaşmaktadır (Taladay, 2018). 3D modelleme, nesnelerin interneti, yapay zeka ve artırılmış gerçeklik (AR) gibi gelişen teknolojilerin yanı sıra Sanal Gerçeklik uygulamalarıyla birleştiğinde,

kuruluşların operasyonları boyunca İHA ve ilişkili teknolojilerin kullanımından kaynaklı yeni fırsatların ve fayda sağlayıcı uygulamaların hayata geçirileceği düşünülmektedir (Dupont vd., 2016).



Şekil 2. Ticari drone pazar büyümesi. (Statista, 2019).

Gerek gelişen drone teknolojileri gerekse faaliyet alanı çeşitliliğindeki hızlı genişleme gelecek 5 yılda İHA'ların birçok ticari faaliyette, geleneksel operasyon yöntemlerinin yerini geçebileceği öngörülmektedir. Daha az insan operasyonu ve güvenlik altyapısı ile İHA ve dronelar, işin süresini ve maliyetlerini ciddi oranda düşürmektedirler. Ayrıca, şirketlerin işletme performansını daha iyi anlamalarını ve tahmin etmelerini sağlayan veri analitiği geliştirmelerine katkı sağlamaktadırlar. İHA'ların operasyon maliyetini düşürmesi, bu teknolojinin entegrasyonun kolay olması ve bu sistemler aracılığıyla toplanan bilgilerin değerini artırma yetenekleri, İHA'ların dünya çapında artan oranda benimsenmesinin temel itici güçleri olmuş ve dünyada İHA konusunda sektörde ve devlette farkındalık artışına zemin hazırlamıştır. Şimdiye kadar bahsedilen bu yeni teknolojinin sağlamış olduğu avantaj ve dezavantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Garg, 2021).

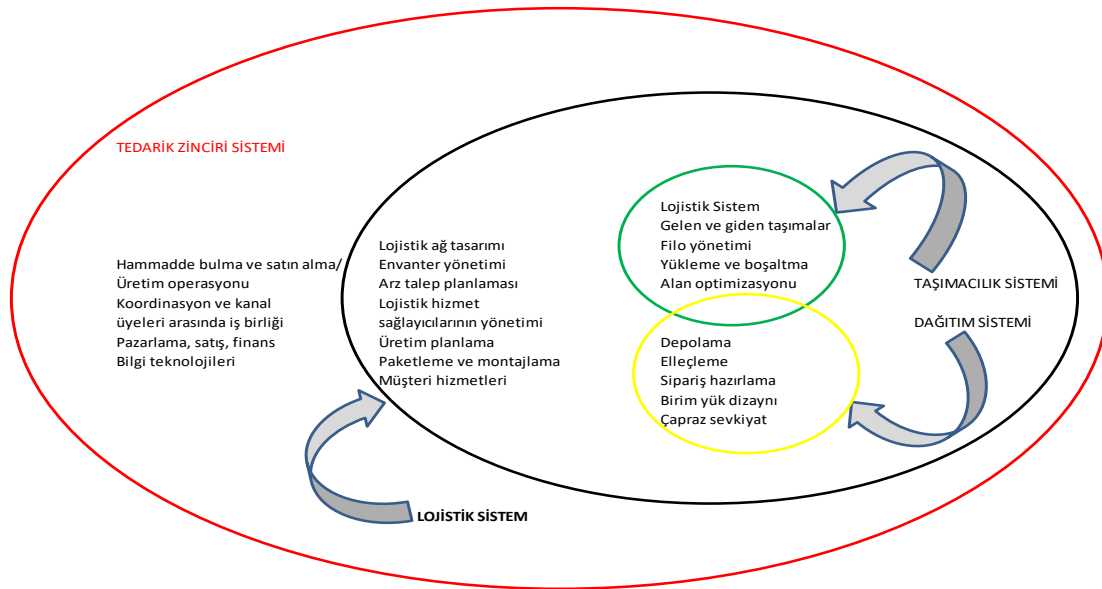
- Askeri istihbarat, gözetleme, keşif ve silah yetenekleri ile engebeli ve zorlu araziler, fiziksel engeller veya tehlikeli saha koşulları nedeniyle operasyonların gerçekleşmediği yerlerde kullanılarak askeri alanda doğrudan katkı sunabilirler.
- İHA'lar, pilotun kullandığı bir hava aracının varlığının riskli olduğu yüksek riskli durumlarda daha güvenli bir yöntem sağlayabilir. Süreçte insan hayatı tehlikeye girmediği için nedensellik riski olmadan zor ve erişilemeyen alanlarda uçuşa izin verebilirler.
- İHA'lar, başta uzak ve tehlikeli sitelere erişimi hızlandırmak, sensör hareketliliği, izleme ve veri toplama hızı olmak üzere birçok sivil uygulamada da avantajlıdır. İHA'lar, özellikle yer hareketinin mümkün olmadığı engebeli topografyaya sahip alanlarda orman yangınlarının izlenmesinde kolaylaştırıcı etki yaratabilir. Bu nedenle, İHA'lar risk yönetimi için oldukça tercih edilen bir teknoloji olarak kabul edilmektedir. Özellikle, İHA'lar, olay sonrası saha erişilebilirliğinin zor olduğu ve yakın tarihli verilerin toplanması ihtiyacının acil olduğu doğal tehlikeleri (örneğin, depremler ve toprak kaymaları) içeren uygulamalar için önemli bir veri toplama aracı olarak kullanılabilir.
- İHA'lar, ulaşılması zor topluluklardaki insanlara hayat kurtaran tıbbi malzemelerin teslim edilmesini sağlayarak çok uzak mesafelerde uçabilir. Bu teknoloji, sağlık çalışanlarının ziyaretlerinin düzenli olmadığı ve mal teslimatı için az gidilen köylere malları teslim etmek için kullanılabilir. İHA'lar, iyileştirilmiş tedarik zinciri performansı yoluyla halk sağlığına anlamlı faydalar sağlayabilirler.

- İHA'lar aracılığıyla, saha araştırmaları ve ölçümü, inşaat ilerlemesi ve 3D haritalama için arazinin gelişmiş görselleştirilmesi yoluyla ölçümün doğruluğu artırılabilir.
- Bu teknoloji, ulaşım, şehir planlaması, mahsul türlerinin sınıflandırılması ve ayrıntılı bilgi gerektiren verim tahmini gibi çoklu uygulamalar için verimli bir mekansal veri toplama yöntemi sağlayabilir.
- İHA'ların diğer bir önemli avantajı da enerji tüketimidir. Pillerle çalışan küçük İHA'lar diğer taşıma araçlarına göre çok daha az enerji tüketmektedir.
- Özetle İHA'ların sağlamış olduğu avantajlar; Güvenlik, maliyet, esneklik, hız, verimlilik, izlenebilirlik ve sürdürülebilirlik olarak söylenebilir.

İHA'ların dezavantajlarını ele aldığımızda ise düşük manevra kabiliyeti, düşük operasyonel hız, saldırılara karşı savunmasızlık, siber veya iletişim bağlantısı saldırıları, kayıp veri bağlantıları, sınırlı alan kapsamı ve büyük veriyi işlemek için karmaşık bir analiz sisteminin gerekliliği gibi unsurlar sayılabilir. İHA'lar, ölümcül amaçlar, uyuşturucu kaçakçılığı gibi suç faaliyetleri ve terör ağları tarafından üçüncü şahısların kontrolü altında ele geçirildiğinde terörist faaliyetler için kullanılabilir. İHA'lar uygun şekilde eğitilmiş operatörler tarafından çalıştırılmadığında, İHA'ların başarısız olma şansı daha fazladır ve ölümcül kazalara yol açar (Iizuka vd., 2018). Bu nedenle, teknoloji geliştirme, pazar geliştirme ve bunların kamu ve özel taraflarca kullanımında güvenlik, emniyet ve gizlilik endişelerinin dikkate alınması gerekir. Ayrıca yasal düzenlemelerde İHA kullanım koşulları netleştirilmeli ve bu tür cihazların güvenli koşullarda uçurulması sağlanmalıdır (Garg, 2021). Bunlara ek olarak taşıma kapasitesinin sınırlı oluşu, havada kalma sürelerinin kısıtlı olması, iniş kalkış sürecinde oluşan riskler ve olumsuz hava koşullarında uçuş gerçekleştirilmesinin zorlaşmasını dezavantajlar arasında sayabiliriz (Yılmaz, 2019).

4. Taşımacılık

Taşımacılık, genel olarak hammadde ve malzemelerin taşınması, ürünlerin çıkış noktasından tüketim noktasına nakliye yardımı ile dağıtılması sürecidir. Lojistik, tedarik zinciri sistemlerinin bir alt kümesi ve ayrılmaz bir parçasıdır. Taşımacılık sistemi ve dağıtım sistemi ise lojistik sistemin bir alt kümesidir. Malların bir yerden başka bir yere taşınması söz konusu olduğunda, çeşitli teslimat seçenekleri vardır (Sarder, 2020). Taşımacılık karayolu, havayolu, denizyolu, demiryolu ve boru hattı taşımacılığı olmak üzere beş ana moda ayrılmaktadır. Bu modların hepsinin tek tek kullanıldığı gibi birbirleriyle entegre edilerek kullanılması da mümkündür (Saygılı, 2014). Özellikle son dönemlerde pazarda artan rekabet ve verimli hizmet ihtiyacı lojistik işletmelerini taşımacılık türlerinin birbiriyle entegre edilerek yani intermodal taşımacılıkla operasyonlarını gerçekleştirmeleri gerekliliğini doğurmuştur. Lojistik sisteme ait çalışma şeması aşağıda Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Tedarik zinciri sistemlerinde lojistik ve taşımacılık sistemleri (Sarder, 2020).

Karayolu taşımacılığı, ticaretin serbestleştirilmesi nedeniyle son 50 yılda en hızlı büyüyen taşıma türü oldu. Ancak, bu büyüme, petrol yakıt tüketimi ve fiyatlandırma sorunları, artan çevresel problemler, trafik sıkışıklığı ve trafik kazalarından kaynaklanan kayıp ve sorumluluk artışı gibi önemli sorunlara yol açmıştır. Demiryolu taşımacılığı ise genellikle zamana duyarlı olmayan, uzun mesafelere mal taşınması gereken yüklerde tercih edilen bir taşıma şeklidir. Bu taşıma şekli, ucuz, verimli ve çevre dostu olarak kabul edilir. Demiryolu Taşımacılığı, enerji tüketimi açısından 'yeşil' bir sistemdir. Maliyet açısından da diğer taşıma türlerine kıyasla km başına birim yük maliyeti daha düşüktür (Notteboom vd., 1998).

Denizyolu taşımacılığı uluslararası ticarete en popüler taşıma modudur. Dünya ticaretinin ve küreselleşmenin bel kemiği konumundadır. Denizyolu aracılığıyla her türlü yük taşınması gerçekleşmektedir. Yüksek tonajlı yüklerin taşınmasına sağladığı olanak sebebiyle oldukça avantajlı taşıma türlerinin başında gelmektedir (Fulser, 2015). Hava taşımacılığı ise, diğer taşıma türlerine göre her ne kadar daha pahalı olsa da en hızlı ve güvenilir taşıma türlerinin başında gelmektedir. Küreselleşme ve uluslararasılaşma kavramlarının son 20 yılda ticarete yaygınlaşmasıyla ciddi gelişim gösteren taşıma türüdür (Güngör, 2021). Boru hattı taşımacılığı ise üretim alanlarını rafinerilere, kimya fabrikalarına, evlere ve endüstriyel alanlara bağlayan petrol ve doğal gazın taşınması için kritik bir altyapıdır (Shaikh vd., 2017; Chen vd., 2021).

Son dönemlerde adını çok sık duyduğumuz çok modlu taşımacılık kavramı ise literatürde intermodal, kombine taşımacılık vb. kavramlarla karşımıza çıkmaktadır. İntermodal taşımacılık, bir kişinin veya bir yükün çıkış noktasından varış noktasına en az iki taşıma modu ile taşınması olarak tanımlanabilir (Crainic ve Kim, 2007). Çok modlu taşımacılığın farklılaşan müşteri taleplerine yönelik ihtiyaçlara cevap verebilme, işletmelere uluslararası pazarlarda rekabet olanağı sağlama gibi avantajları bulunmaktadır. Taşıma türünün seçimi, taşıma türlerinin entegrasyonu vb. süreçlerin başarıyla gerçekleştirilmesi için iyi bir taşımacılık yönetiminin planlaması ve yönetilmesi zorunludur.

Lojistik faaliyetler içerisinde taşımacılık oldukça büyük önem arz etmektedir. Taşımacılık yönetimi, lojistik taşımacılığın önemli bir parçasıdır ve malların fiziksel hareketlerinin planlanması, yürütülmesi ve optimizasyonu ile ilgilidir. Daha basit bir ifadeyle, teslimat rotası, ulaşım filolarının günlük operasyonları, haritalama, yakıt maliyeti, depolama, iletişim, nakliye araçlarının takibi ve yönetimi, yolcu ve kargo elleçleme, taşıyıcı seçimi, süreci yönetmek ve optimize etmek için muhasebe dahil olmak üzere her türlü nakliye operasyonunun yönetimi ile ilgilidir. Bu operasyonel süreç hammadde aşamasından başlayan ürünün yaşam döngüsü sonlanana kadar devam bir süreçtir (Turğut, 2017).

Taşımacılık karayolu, havayolu, denizyolu, demiryolu ve boru hattı taşımacılığı olmak üzere beş ana moda ayrılmaktadır. Bu modların hepsinin tek tek kullanıldığı gibi birbirleriyle entegre edilerek kullanılması da mümkündür (Saygılı, 2014). Özellikle son dönemlerde pazarda artan rekabet ve verimli hizmet ihtiyacı lojistik işletmelerini taşımacılık türlerinin birbiriyle entegre edilerek yani intermodal taşımacılıkla operasyonlarını gerçekleştirmeleri gerekliliğini doğurmuştur.

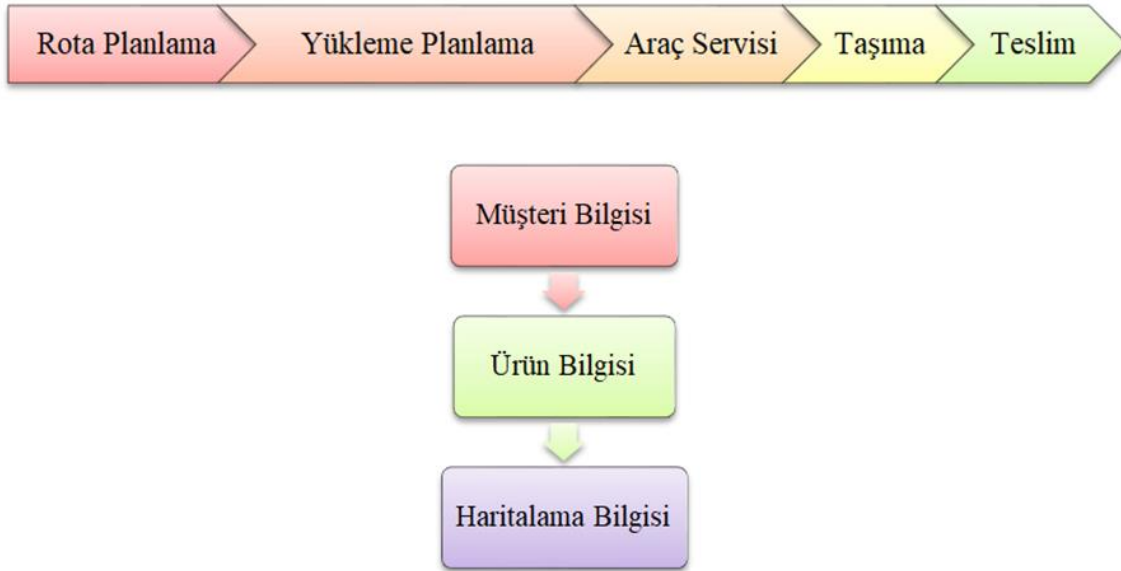
Karayolu taşımacılığı, ticaretin serbestleştirilmesi nedeniyle son 50 yılda en hızlı büyüyen taşıma türü oldu. Ancak, büyük büyüme, petrol yakıt tüketimi ve fiyatlandırma sorunları, artan çevresel problemler, trafik sıkışıklığı ve trafik kazalarından kaynaklanan kayıp ve sorumluluk artışı gibi önemli sorunlara yol açmıştır. Demiryolu taşımacılığı, genellikle zamana duyarlı olmayan, uzun mesafelere mal taşınması gereken yüklerde tercih edilen bir taşıma şeklidir. Bu taşıma şekli, ucuz, verimli ve çevre dostu olarak kabul edilir. Demiryolu Taşımacılığı, enerji tüketimi açısından 'yeşil' bir sistemdir. Maliyet açısından da diğer taşıma türlerine kıyasla km başına birim yük maliyeti düşüktür (Notteboom vd., 1998).

Denizyolu taşımacılığı uluslararası ticarete en popüler taşıma modudur. Dünya ticaretinin ve küreselleşmenin bel kemiği konumundadır. Denizyolu aracılığıyla her türlü yük taşınması gerçekleşmektedir. Yüksek tonajlı yüklerin taşınmasına sağladığı olanak sebebiyle oldukça avantajlı taşıma türlerinin başında gelmektedir (Fulser, 2015). Hava taşımacılığı ise, diğer taşıma türlerine göre her ne kadar daha pahalı olsa da en hızlı ve güvenilir taşıma türlerinin başında gelmektedir. Küreselleşme ve uluslararasılaşma kavramlarının son 20 yılda ticarete yaygınlaşmasıyla ciddi gelişim gösteren taşıma türüdür (Güngör, 2021). Boru hattı taşımacılığı ise üretim alanlarını rafinerilere,

kimya fabrikalarına, evlere ve endüstriyel alanlara bağlayan petrol ve doğal gazın taşınması için kritik bir altyapıdır (Shaikh vd., 2017; Chen vd., 2021).

Son dönemlerde çok sık karşımıza çıkan çok modlu taşımacılık kavramı ise literatürde intermodal, kombine taşımacılık vb. kavramlarla karşımıza çıkmaktadır. İntermodal taşımacılık, bir kişinin veya bir yükün çıkış noktasından varış noktasına en az iki taşıma modu ile taşınması olarak tanımlanabilir (Crainic ve Kim, 2007). Çok modlu taşıma ile farklılaşan müşteri taleplerine yönelik ihtiyaçlara hizmet sunabilme, işletmelere uluslararası pazarlarda rekabet olanağı sağlamaktadır. Taşıma türünün seçimi, taşıma türlerinin entegrasyonu vb. süreçlerin başarıyla gerçekleştirilmesi için iyi bir taşımacılık yönetiminin planlanması ve yönetilmesi zorunludur. İşletmelerin ticari olarak başarıya ulaşabilmelerinin arkasında doğru planlanmış taşımacılık faaliyetleri bulunmaktadır (Bamyacı, 2008).

Taşımacılık yönetimi, lojistik taşımacılığın önemli bir parçasıdır ve malların fiziksel hareketlerinin planlanması, yürütülmesi ve optimizasyonu ile ilgilidir. Daha basit bir ifadeyle, teslimat rotası, ulaşım filolarının günlük operasyonları, haritalama, yakıt maliyeti, depolama, iletişim, nakliye araçlarının takibi ve yönetimi, yolcu ve kargo elleçleme, taşıyıcı seçimi, süreci yönetmek ve optimize etmek için muhasebe dahil olmak üzere her türlü nakliye operasyonunun yönetimi ile ilgilidir. Taşımacılığı oluşturan bileşenler Şekil 2’de gösterilmiştir.



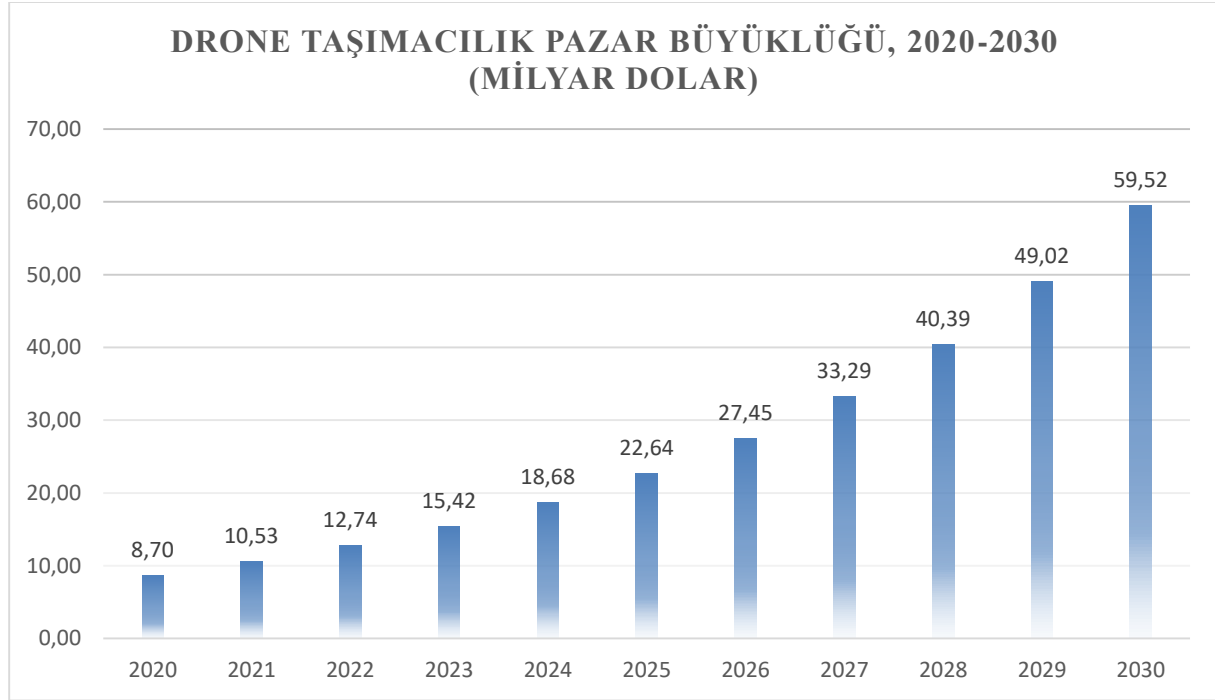
Şekil 4. Taşımacılık süreçlerinin bileşenleri (Sarder, 2020).

Taşımacılık tarihine baktığımızda 1700’lü yıllardan başlayan köklü bir geçmişe dayandığı görülmektedir. Geçmişten bugüne kadar sürekli gelişen ve değişim gösteren taşımacılık faaliyetleri önemli kilometre taşlarını geride bırakmıştır. Taşımacılık tarihindeki bu kilometre taşlarının hızlı trenler ve manyetik trenlerle daha büyük bir ivme kazandığı söylenebilir. Manyetik tren, geleneksel bir trenden daha hızlıdır çünkü tren, ray ile arasında bulunan manyetik bir kuvvet nedeniyle rayın üzerinde yükselebilir ve geleneksel bir tren rayında bulunan sürtünmeyi ortadan kaldırır (Bonsor, 2018). Yine son teknolojiyle ortaya çıkan drone taşımacılığı Walmart, Amazon ve hatta bazı pizza şirketleri gibi tanınmış şirketler tarafından kullanılmaya başlanmış teslimatların hızlı ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesine ciddi katkılar sağladığı görülmüştür. Bir kısım tedarik zinciri şirketleri çok zaman alan, yüksek verim gerektiren ve pahalı olan veya emek yoğun bazı görevleri önemli ölçüde yerine getiren çok çeşitli rollerde hizmet etmek için insansız hava araçları olarak da bilinen droneleri kullanmaya başladılar. Şuanda kısıtlı alanlarda kullanılan drone taşımacılığının gelecekte yapılacak olan hassas kontroller, GPS haritalama ve uçuş planlama, coğrafi sınır belirleme ve daha büyük taşıma kapasitelerini içeren gelişmiş kapasiteli araçlar ile daha yaygın bir kullanıma sahip olacağı öngörülmektedir (Sarder, 2020).

5. Drone taşımacılığı ve uygulamaları

Dünya ekonomisinin küreselleşmesi ve bununla bağlantılı süreçler, özel teslimat ve depolamada dahil olmak üzere, dünya hava taşımacılığı ve yük taşımacılığı pazarlarının genel yapısını büyük ölçüde etkilemiştir. Bununla birlikte, freight forwarder şirketleri müşterinin mal teslimine yönelik talepleri, özellikle kapsamlı hizmetler açısından, teslimat yönetimi, sevkiyat işleme, formaliteler, kargo toplama ve konsolidasyon vb. konularda hizmet yelpazesini önemli ölçüde genişlettiler (Marintseva vd., 2019). İşletmeler, lojistik sektöründe yanıt verme ve verimlilik için yenilikçi yöntemler benimsemektedir. Drone'ların lojistik sektöründe taşımacılık faaliyetlerinde uygulanması bu yönde gerçekleşen önemli bir hamledir (Sah vd., 2021).

Son yıllarda, e-ticaret işletmeleri, teslim edilecek günlük paket hacminde ve özellikle talepkar müşteri beklentilerinin sayısında ciddi artışlar yaşadı. Bu bağlamda, teslimat mekanizması, özellikle son kilometre için son derece pahalı hale geldi. Rekabetçi kalmak ve artan talebi karşılamak için işletmeler, lojistik endüstrisi için gelecek vaat eden bir alternatif olan otonom insansız hava araçları/dronlar gibi son km için yenilikçi otonom teslimat seçenekleri aramaya başladı. Drone'ların gözetim ve uzaktan algılamadaki başarısının ardından, teslimat maliyetlerini ve teslimat süresini azaltmak için drone teslimat sistemleri yeni bir çözüm olarak ortaya çıkmaya başladı. Önümüzdeki yıllarda otonom drone paylaşım sistemlerinin sektör için kaçınılmaz bir lojistik çözüm olacağı düşünülmektedir (Benarbia ve Kyamakya, 2021).



Şekil 5. Drone taşımacılığının yıllara göre pazar büyüklüğü. (Precedence Research, 2020)

Drone taşımacılığının pazar büyüklüğü ile ilgili Precedence Research adlı araştırma kuruluşunun 2020 yılında yayınlamış olduğu rapor incelediğinde, 2022 yılında 12,7 milyar dolarlık bir pazar payı olan sektörün 2030 yılına gelindiğinde 60 milyara yakın bir pazar büyüklüğü olacağı tahmin edilmektedir. Bu rakam pazar büyüklüğünün her geçen sene hızla artacağını ve bu taşıma şeklinin gelecekte pazarda söz sahibi taşımacılık modlarından birisi olacağını net bir şekilde göstermektedir.

Drone taşımacılığı, lojistik endüstrisindeki çeşitli uygulamalar için gelecekte yaygın bir ulaşım şekli olarak kabul edilmektedir. Drone'ların geleneksel araçlara göre sabit ve yüksek seyahat hızı, fiziksel yol altyapısına ihtiyaç duymaması, seyahatin doğrudan olması ve trafiğe maruz kalmaması bu taşımacılığı öne çıkarmaktadır. Drone taşımacılığıyla birlikte lojistik işletmelerin teslimat sürelerini azalttıkları ve lojistik sistemlerin yanıt verebilme yeteneğini arttırdığı gözlemlenmektedir (Jawadi ve Winkenbach, 2021).

Artan kent içi trafiğin önlenmesinde, e-ticarette hızlı büyümenin getirdiği sorunların çözümünde ve sıkışan iş süreçlerinde özellikle büyükşehirlerde drone taşımacılığı pozitif katkılar sunmaktadır. Öte yandan, kırsal alanlarda genellikle az gelişmiş yol altyapısı bulunan ve altyapı iyileştirmeleri için kaynakların sınırlı mevcudiyetinin bulunduğu yerlerde, özellikle tıbbi malzeme ve acil durum için paketlerin kırsal dağıtımını için drone uygulamaları bir dizi çözümler sunmuşlardır kullanım (Javadi ve Winkenbach, 2021).

Drone teslimatının ana avantajlarından birisi de hızdır. Drone'lar, yol altyapısından veya trafik sıkışıklığından etkilenmedikleri için taşımacılıkta önemli olan bu engellerin üzerinden uçarak teslimatlarını gerçekleştirirler. Drone'lar, paketleri çıkış noktasından varış noktasına en uygun rota üzerinden teslim edebilir ve teslimat süresi doğru bir şekilde tahmin edilebilir. Bu nedenle, dronelar yalnızca son derece hızlı teslimat hizmeti sunmakla kalmaz, aynı zamanda müşterilerin istediği yere ve zamanda teslimat yapmak için gereken esnekliği de sunar (Yoo vd., 2018).

Bunlara ek olarak, taşımacılık sektörü, hava, su kirliliği ve küresel ısınmaya etki etmesiyle birlikte çok sayıda çevresel sonucu olan sera gazlarının yayılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu açıdan bakıldığında, son kullanıcı teslimatlarında drone paylaşım sistemlerinin kullanılması, emisyonların azaltılmasına ve fosil yakıt enerji kaynaklarının kullanımının azaltılmasına katkıda bulunabilir. Çok daha düşük karbon ayak izine sahip olması beklenen drone tabanlı dağıtım sistemleri, kısa mesafeler için otomobil/motosiklet kullanan mevcut sistemlerin önemli bir bölümünün yerini alma potansiyeline sahiptir. Ayrıca drone tabanlı teslimat, özellikle yol ağının şu anda aşırı kullanıldığı yerlerde trafik sıkışıklığını ve kaza sayısının azalmasına ciddi katkılar sunacaktır (Benarbia ve Kyamakya, 2021).

Drone teslimat teknolojisini geliştirmek için önemli çabalar harcanmasına rağmen, sınırlı uçuş menzili, bürokratik süreçler, hukuki engeller ve dronelerin taşıma kapasitesi gibi drone teslimatlarını planlamaya özgü zorluklar drone teslimatında hızlanmayı yavaşlatan önemli engellerin başında gelmektedir (Dorling vd., 2016).

Drone teslimat sürecindeki kritik aşamalardan birisi, taşınan mallar zarar görebileceği için paketin serbest bırakılmasıdır. Belirli yerlere drone inişi (örneğin, platformlar veya “teslimat halıları”) ve öğeyi indirmek için bir paraşüt veya ip kullanımı dahil olmak üzere çeşitli uygulamalara uyacak çok sayıda teknik çözüm geliştirilmiştir (Otto vd., 2018).

Tablo 2. Taşımacılık faaliyetlerinde drone kullanan işletme örnekleri (Javadi ve Winkenbach, 2021).

Firma	Uçuş Mesafesi	Teslimat Zamanı	Ağırlık	Lokasyon
Perakendecilik ve E-ticaret				
Amazon.com	16 km	13 dk.	< 2.27 kg	İngiltere
7-Eleven	1,6 km	< 10 dk.	-	ABD
Flytrex	9.2 km	4 dk.	< 2.72 kg	İzlanda
JD.com	< 100 km	-	5-20 kg	Çin
Rakuten	40 dk.	5 dk.	< 5kg	Japonya
Walmart	10 km	-	< 3kg	ABD
Posta Hizmetleri ve Posta Teslimi				
DHL	8 km	8 dk	2 kg	Almanya
UPS	10 dk.	-	<4.5 kg	ABD
Yemek ve İçecek Teslimatı				
Francesco's	1.6 km	10 dk	-	Mumbai
Pizzeria	-	-	-	-

Tablo 2. Taşımacılık faaliyetlerinde drone kullanan işletme örnekleri (devamı)

Coca Cola	-	-	-	Singapur
Lakemaid	-	-	-	ABD
Domino's	1.6 km	10 dk	-	Yeni Zelanda
Alphabet	10 km	-	1.5 kg	ABD, Avustralya
Orange Leaf	35 dk	-	-	ABD
Flytrex	10 km	4 dk	< 2.72 kg	İzlanda
LaMar	-	-	-	ABD
Foodpanda	5 km	3 dk	2 kg	Singapur
Sağlık ve Acil Servisler				
Matternet	20 km	15 dk	2 kg	Lesotho, Afrika
TUDeft	12 km	1 dk	4 kg	Hollanda
Alphabet	10 km	-	1.5 kg	Avustralya
Flirtey	-	-	-	ABD
HiRO	-	-	9 kg	ABD
Zipline	160 km	1. 15 dk	1.3 kg	Ruanda
Vayu	-	-	23 kg	Madagaskar
Center for Resuscitation Science	3 km	3 dk	0.76 kg	İsveç
Altomedika	50 km	-	3 kg	Rusya
UPS	20 km	-	< 2.27 kg	ABD

Dünyanın en büyük internet perakendecisi olan Amazon 2016 yılında, satın almaları dronelarla teslim etme hizmetini vermeye başladığını duyurdu. Amazon'un duyurmuş olduğu bu hizmetler satın alınan mallar, mevcut en hızlı teslimat hizmeti olan Amazon Prime Now'dan 4 kat daha hızlı olarak 30 dakika içinde müşterilere teslim edilmeye başlandı (Amazon Prime Air, 2016). Dünyanın en büyük lojistik şirketlerinden biri olan DHL, mal tesliminde drone kullanımına yönelik sürekli yeni çözümler geliştiriyor. Şirket uçuş testlerini 2014 yılında gerçekleştirerek, Almanya'nın Nordeich kentinden Almanya'nın Joust adasına ilaç ve temel malzemelerin taşınmasını gerçekleştirdi (Bryan ve Char, 2014). Şubat 2017'de posta devi UPS, dronelar aracılığıyla posta teslimatı gerçekleştirmeye başladığını duyurdu. Bu teslimat aracılığıyla paketler gidecekleri lokasyona kadar gidiyor ve ardından drone'lar ürünleri muhataplarına teslim ediyor (Stewart, 2017). Domino's Pizza, 2016 yılında drone'larla pizza teslimi projelerini kamoyuna tanıttı. Bu proje drone taşımacılığında derinlik ve çeşitlilik açısından etkileyici bir proje olarak yerini aldı (Domino's, 2016).

Flytrex şirketi ise, 2017 yılında İzlanda'nın Reykjavik kentinde bir perakendeci olan AHA ile işbirliği içinde ilk drone dağıtım sistemini hayata geçirdi. Bu sistemle şirket, yiyecek ve gıda için ortalama teslimat süresini araba ile 25 dakikadan drone ile 4 dakikaya indirmeyi başardı. Her bir teslimatın mil başına ortalama maliyetinin ise 0,80 Dolar olduğu tespit edildi (Shivali, 2017; Jawadi ve Winkenbach,

2021). Japon perakende şirketi Rakuten ise Yokosuda'daki bir marketten kıyıda 3 km uzaklıktaki adaya ürün teslimatı gerçekleştirerek drone taşımacılığını faaliyete geçirmiştir. Teslimatın gerçekleştiği adanın arazi yapısı market açmaya uygun olmadığı için böyle bir ihtiyacı gidermeye yönelik kullanılan bu dronelar 5 kg'ya kadar ve 36 km hızla teslimatlarını gerçekleştirebilmektedir. Bu hizmet Japonya'da uzak bir adaya yapılan ilk drone teslimatı hizmeti olarak tarihe geçmiştir (Rakuten, 2019).

Kan örnekleri ve ilaç gibi birçok tıbbi malzemenin küçük boyutu, sınırlı ağırlığı, yüksek değeri ve yüksek aciliyeti göz önüne alındığında, drone'lar bu ürünler için umut verici, verimli bir ulaşım şekli olarak hizmet edebilirler. Örneğin Matternet şirketi, Maseru, Lesotho'daki kliniklerden hastanelere HIV/AIDS testleri için kan örneklerinin dağıtımını için drone'ları kullandı (Wang, 2016; Jawadi ve Winkenbach, 2021). 2016 yılında, Kaliforniya'dan Zipline, Afrika'nın Ruanda eyaletinin hükümetiyle anlaşarak, İHA'lar aracılığıyla donör kanı ve ilaç dağıtımına başladı (Rosen, 2017). Haiti'deki mülteci kampına ilaç teslimatını modelleyen California'dan Matternet firması, 2012 yılında insansız hava araçlarının kullanımını devreye aldı. Bu testler sırasında elde edilen verilere göre, 2 kg'lık kargoyu 10 kilometrelik bir mesafeye ulaştırmanın maliyetinin yüksek olduğunu tespit ettiler (The Guardian, 2013). Daha uzun menzilli taşımalarda avantajlı olduğu tespit edilen drone taşımacılığını Zipline şirketi, Ruanda, Muhanga'daki bir dağıtım merkezine 75 km mesafede bulunan hastanelere günde ortalama 1400 kan örneği taşıyarak mevcut taşıma süreçlerinde yüksek verimlilik sağladı (Ackerman ve Strickland, 2018; Stewart, 2017; Jawadi ve Winkenbach, 2021). Drone taşımacılığıyla arazinin çok zor şartlarda olduğu Ruanda'da nüfusun yüzde 90'ından fazlasına ulaşma imkanı sağlayan Zipline şirketinin bu başarısı ABD başta olmak üzere başka ülkelerde de bu hizmeti kullanma yönünde motivasyon sağladı (Stewart, 2017). Ülkemizde ise bu alanda uygulamalar üzerinde çalışan Posta ve Telgraf Teşkilatı Genel Müdürlüğü (PTT), 7 kg ağırlık ve 20 km mesafeye kadar kargo taşıma gerçekleştirecek proje üzerinde çalışmaktadır (UTİKAD, 2018).

6. Sonuç ve Öneri

Son yıllarda müşterilerin sürekli artan talepleri ve işletmeler arası rekabet göz önüne alındığında tedarik zinciri ve lojistik süreçlerinde droneler gibi çağdaş teknolojileri içeren uygulamalarla mevcut yeteneklerin geliştirilmesi zorunlu bir hal almıştır. Drone teknolojisi işletmelerin yeteneklerini geliştirme açısından oldukça önemli bir hamle olmuştur. Askeri, sağlık, tarım, e-ticaret, gıda vb. sektörlerde kullanılan bu teknoloji taşımacılık faaliyetlerinin de önemli bir uygulaması haline gelmiştir. E-ticaret faaliyetlerinin hızla artması, son teslimatı gerçekleştirecek işletmelere maliyet ve zaman açısından birçok olumsuz unsur yaratmıştır. Son adım teslimatta gerçekleşen bu olumsuz unsurları azaltma açısından drone taşımacılığı umut vaat etmektedir.

Yapılan araştırmada, drone hava araçlarının sivil uygulamalarına yönelik yaklaşımları hakkında bir literatür araştırması sunarak, söz konusu teknolojinin taşımacılık faaliyetlerinde kullanımı incelenmiştir. Yapılan araştırmada özellikle son on yılda taşımacılık faaliyetlerinde işletmelerin bu teknolojiden yararlandığı görülmektedir. İşletmelerin bu teknolojiyi tercihlerinin altında hız, verimlilik, erişilebilirlik ve müşteri memnuniyetinin bulunduğu tespit edilmiştir. Drone kullanımıyla birlikte taşımacılık operasyonlarında maliyetlerin azaldığı, süreçlerin kısaldığı ve insan kaynağına duyulan ihtiyacın azaldığı gibi birtakım olumlu sonuçlara ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra henüz devletlerin bu konuda yasal düzenlemeleri devreye almamış olması, büyük ölçekli taşımacılık operasyonlarında kullanılmıyor olması gibi birtakım dezavantajların bulunduğu da görülmüştür. Bu dezavantajlara ilave olarak henüz droneler için bekleme istasyonları olmaması, geri dönüş yükü için planlama yapılamıyor olması, kısıtlı enerji süreleri başka bir tartışma konusu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Henüz yeni kullanılmaya başlanılan drone teknolojisinin taşımacılık faaliyetlerindeki payı mevcutta 12 milyar dolar seviyelerindeyken 2030 yılına gelindiğinde rakamın 60 milyar dolar seviyelerinde olması beklenmektedir (Precedence Research, 2020). Bu rakamlar drone taşımacılığının sektörel anlamda pazarda çok hızlı büyüyeceğini ve payını arttıracığını net bir şekilde göstermektedir. Akademik boyutta ise literatür incelendiğinde özellikle ülkemizde dronelerin taşımacılıkta kullanımına yönelik çalışmaların çok sınırlı olması yapılan araştırmanın önemini ortaya koymaktadır. Bu çalışma ile

birlikte çok hızlı büyüyen drone taşımacılığı ile ilgili literatürde yer alan bu boşluğun doldurulması ve çalışmanın bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara rehber olması hedeflenmiştir.

Drone teknolojisinin sivil uygulamaları araştırıldığında daha çok son ürün teslimatı, tarım, mühendislik ve sağlık sektörlerinde kullanımı ön plana çıkmaktadır. Yapılan araştırmada bu teknolojilerde kapasite arttırım çalışmalarının yapıldığı ve yolcu taşımacılığı alanında kullanılması yönünde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmanın sonucu olarak bu teknolojilerin taşıma kapasitelerinin arttırılması ve yolcu taşımacılığı alanında kullanılması yönünde bir boşluk olduğu görülmektedir. Bütün bu etkenler araştırma sorusu olarak bundan sonraki çalışmalara dahil edilebilir ve bu teknolojilerin özellikle hukuki boyutları, yönetsel boyutları ve sosyal boyutlarının detaylı bir şekilde ele alınması önerilir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Çalışma herhangi bir destek almamıştır. Teşekkür edilecek bir kurum veya kişi bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

Ackerman, E. ve Strickland, E. (2018). *Zipline expands its medical delivery drones across East Africa*. Retrieved from <https://spectrum.ieee.org/aerospace/aviation/zipline-expands-its-medical-delivery-drones-across-east-africa>.

Akgül, M., Yurtseven, H., Demir, M., Abdullah, A., Gülci, S., ve Öztürk, T. (2016). İnsansız hava araçları ile yüksek hassasiyette sayısal yükseklik modeli üretimi ve ormancılıkta kullanım olanakları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66(1), 104-118.

Akkamış, M., ve Çalışkan, S. (2020). İnsansız Hava Araçları ve Tarımsal Uygulamalarda Kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 8-16.

Amazon prime air. (2016). *First Prime Air Delivery*. Retrieved from <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011>.

Austin, R. (2010). *Unmanned Aircraft Systems – UAVs Design, Development and Deployment*, John Wiley and Sons, Ltd.

Ayrancı, Z.B. (2017). Use of Drones in Sports Broadcasting, *Entertainment and Sports Lawyer, Spring*, 33(3), 79.

Bamyacı, M. (2008) Modern Lojistik Yönetimi: Organize Lojistik Bölgeleri İçin Bir Yer Seçim Modeli. Yayımlanmış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Benarbia, T., ve Kyamakya, K. (2021). A literature review of drone-based package delivery logistics systems and their implementation feasibility. *Sustainability*, 14(1), 360.

Bonsor, K. (2018). *How Maglev trains work*. Retrieved from, <https://science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/maglev-train.html>.

Bryan, V., ve Char, P. (2014). *Drone delivery: DHL 'parcelcopter' flies to German isle*. Retrieved from <https://www.reuters.com/article/us-deutsche-post-drones-idUSKCN0HJ1ED20140924?feedType=RSS>.

Çalışkan, T. B., ve Erturgut, R. (2022). Lojistik Faaliyetlerde İha Kullanımı: İha Pilotları Üzerinde Bir Araştırma. *Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1-16.

- Cheema, M. A., Ansari, R. I., Ashraf, N., Hassan, S. A., Qureshi, H. K., Bashir, A. K., ve Politif, C.** (2022). Blockchain-based secure delivery of medical supplies using drones. *Computer Networks*, 1-10.
- Chen, C., Li, C., Reniers, G., ve Yang, F.** (2021). Safety and security of oil and gas pipeline transportation: A systematic analysis of research trends and future needs using WoS. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123583.
- Crainic, T. G., ve Kim, K. H.** (2007). Intermodal Transportation. Editors: Barnhart C, Laporte G. *Handbooks in Operations Research and Management Science*. 14, 467-537, Elsevier, 2007.
- Domino's.** (2016). *Pizza-by-drone a reality with world-first customer deliveries in New Zealand*. Retrieved from <https://www.dominos.com.au/inside-dominos/media/november-2016-pizza-by-drone-a-reality-with-world-first-customer-deliveries-in-new-zealand>.
- Dorling, K., Heinrichs, J., Messier, G. G., ve Magierowski, S.** (2016). Vehicle routing problems for drone delivery. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 47(1), 70-85.
- Dupont, Quentin F.M., Chua, David K.H., Tashrif, Ahmad., ve Abbott, Ernest L.S.** (2016). Potential Applications of UAV Along the Construction's Value Chain, Science Direct, *7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management*, DOI: 10.1016/j.proeng.2017.03.155.
- Fidancı, Y., ve Karabörk, H.** (2019). İnsansız Hava Araçlarının Ormanlık Alanlardaki Karayolu Projelerinde Kullanımı. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(3), 473-485.
- Fulser, B.** (2015). Kombine Taşımacılık ve Türkiye Uygulamaları. Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Garg, P. K.** (2021). *Unmanned aerial vehicles: An introduction*. Mercury Learning and Information.
- Ghelichi, Z., Gentili, M., ve Mirchandani, P.** (2021). Logistics for a fleet of drones for medical item delivery: A case study for Louisville, KY. *Computers and Operations Research*, 1-20.
- Glover, John M.** (2014). *Drone University*, DroneUniversity, Edition. ISBN-10: 0692316035; ISBN-13: 978-0692316030.
- Güngör, O.** (2021). İntermodal Taşımacılıkta Lojistik Hizmet Kalitesinin Müşteri Sadakati ve Müşteri Güvenine Etkisi, Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi, İstanbul.
- Gupta, Medha., Bohra, Devender Singh., Raghavan, Raamesh Gowri., ve Khurana, Sukant.** (2018). *A beginners' guide to understanding Drones*, Retrieved from <https://medium.com/@sukantkhurana/a-beginners-guide-to-drones-38d215701c4e>.
- Iizuka, K., Itoh, M., Shiodera, S., Matsubara, T., Dohar, M., ve Watanabe, K.** (2018). Advantages of unmanned aerial vehicle (UAV) photogrammetry for landscape analysis compared with satellite data: A case study of postmining sites in Indonesia. *Cogent Geoscience*, 4(1), 1498180.
- Javadi, M. M., Hemmati, A., ve Winkenbach, M.** (2021). A comparative analysis of synchronized truck-and-drone delivery models. *Computers & Industrial Engineering*, 1-20.
- Javadi, M. M., ve Winkenbach, M.** (2021). Applications and Research avenues for drone-based models in logistics: A classification and review. *Expert Systems with Applications*, 177, 114854.
- Kahveci, M., ve Can, N.** (2017). İnsansız hava araçları: tarihçesi, tanımı, Dünyada ve Türkiye'deki yasal durumu. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(4), 511-535.
- Kaşlı, E.** (2022). Kolluk Uygulamalarında Drone Kullanımı. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(26), 329-340.
- Kavaklı, N.** (2018). Drone'ların Gazetecilikte Kullanımı: Drone Haberciliğinin Olanakları, Zorlukları Ve Sınırları. *Erciyes İletişim Dergisi*, 5(3), 160-172.
- Kekeç, B., Bilim, N., Dündar, S., ve Ghiloufi, D.** (2018). Madencilik faaliyetlerinde insansız hava araçlarının (İHA) kullanımı, *SETSCI Conference Indexing System*, 3(2018),174-178.

- Kim, M., ve Matson, E. T.** (2017). A cost-optimization model in multi-agent system routing for drone delivery. In *International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems* (pp. 40-51). Springer, Cham.
- Koshta, N., Devi, Y., ve Patra, S.** (2021). Aerial Bots in the Supply Chain: A New Ally to Combat COVID-19. *Technology in Society*, 1-4.
- Liu, J., Guan, Z., ve Xie, X.** (2017). Truck and Drone in Tandem Route Scheduling under Sparse Demand Distribution. *Fundamental Funds for Humanities and Social Science*, 1-5.
- Marintseva, K., Yun, G., ve Vasilenko, I.** (2021). Delivery of special cargoes using the unmanned aerial vehicles. In *Research Anthology on Reliability and Safety in Aviation Systems, Spacecraft, and Air Transport* (pp. 1564-1587). IGI Global.
- Merkert, R., ve Bushell, J.** (2020). Managing the drone revolution: A systematic literature review into the current use of airborne drones and future strategic directions for their effective control. *Journal of Air Transport Management*, 1-10
- Mualla, Y., Bai, W., Galland, S., ve Nicolle, C.** (2018). Comparison of Agent-based Simulation Frameworks for Unmanned Aerial Transportation Applications. *Procedia Computer Science*, 791-796.
- Nakıboğlu, G.** (2020). Drone Taşımacılığı ve Son-Adım Teslimatta Kullanımı. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 285-298.
- Notteboom, T., Rodrigue, J.-P., ve Slack, B.** (1998). *The geography of transportation systems*. Available Retrieved from https://transportgeography.org/wp-content/uploads/GTS_Third_Edition.pdf.
- Nyaaba, A. A., ve Ayamga, M.** (2021). Intricacies of medical drones in healthcare delivery: Implications for Africa. *Technology in Society*, 1-8.
- Osakwe, N. C., Hudik, M., Riha, D., Strosf, M., ve Ramayah, T.** (2022). Critical factors characterizing consumers' intentions to use drones for last-mile delivery: Does delivery risk matter? *Journal of Retailing and Consumer Services*, 1-11.
- Otto, A., Agatz, N., Campbell, J., Golden, B., ve Pesch, E.** (2018). Optimization approaches for civil applications of unmanned aerial vehicles (UAVs) or aerial drones: A survey. *Networks*, 72(4), 411-458.
- Özgülven, M. M., Altaş, Z., Güven, D., ve Arif, Ç.** (2022). Tarımda Drone Kullanımı ve Geleceği *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 12(1), 64-83.
- Precedence Research** (2020). *Drone Logistics and Transportation Market Size, Share, Growth Analysis*. Retrieved from <https://www.precedenceresearch.com/drone-logistics-and-transportation-market>.
- Raj, A., ve Sah, B.** (2019). Analyzing critical success factors for implementation of drones in the logistics sector using grey-DEMATEL based approach. *Computers & Industrial Engineering*, 1-12.
- Rakuten** (2019). *Rakuten's New Island-Hopping Drone Delivery Service*. Retrieved from <https://rakuten.today/blog/island-hopping-drone-delivery-service.html>.
- Rosen, J. W.** (2017). *Zipline's Ambitious Medical Drone Delivery in Africa*. Retrieved from <https://www.technologyreview.com/s/608034/blood-from-the-sky-ziplines-ambitious-medical-drone-delivery-in-africa/>.
- Sah, B., Gupta, R., ve Bani-Hani, D.** (2021). Analysis of barriers to implement drone logistics. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 24(6), 531-550.
- Sarder, M. D.** (2020). *Logistics transportation systems*. Elsevier.
- Saygılı, M. S.** (2014). Intermodal Taşımacılığın Maliyet Avantajları: Karayolu-Denizyolu Entegrasyonu Üzerine Bir Araştırma. *Öneri Dergisi*, 11(41), 203-214.
- Shaikh, F., Ji, Q., Shaikh, P. H., Mirjat, N. H., ve Uqaili, M. A.** (2017). Forecasting China's natural gas demand based on optimised nonlinear grey models. *Energy*, 140, 941-951.

Shivali (2017). *Look out for flying pizzas in Reykjavik! World's first drone delivery service launches in Iceland's capital*. Retrieved from <https://www.cnn.com/2017/08/22/worlds-first-drone-delivery-service-launches-in-iceland.html>

Škrinjar, J. P., Škorput, P., ve Furdić, M. (2018). Application of unmanned aerial vehicles in logistic processes. *In International Conference "New Technologies, Development and Applications"* (pp. 359-366). Springer, Cham.

Statista (2016). *The Industries Where Drones Could Really Take Off*. Retrieved from <https://www.statista.com/chart/5729/the-industries-where-drones-could-really-take-off/>

Statista (2019). *Commercial Drones are Taking Off*. Retrieved from <https://www.statista.com/chart/17201/commercial-drones-projected-growth/>

Stewart, J. (2017). *Blood-carrying, Life-saving Drones Take off for Tanzania*. Retrieved from <https://www.wired.com/story/zipline-drone-delivery-tanzania/>.

Taladay, K. (2018). Pros and Cons of Using Unmanned Aircraft Systems (UAS) for Generating Geospatial Data: Case Studies from Hawai'i. *HIGICC O'ahu Geospatial Expo 2018 Conference*, DOI: 10.13140/RG.2.2.10224.35847.

The Guardian. (2013). *Flying aid drones tested in Haiti and Dominican Republic*. Retrieved from <https://www.theguardian.com/global-development/2013/jan/09/flying-aid-drones-haiti-dominican-republic>.

Turğut, M. (2017). Uluslararası Ticarete Lojistik Köylerin İhracat Sürecine Etkileri: Konya İli Örneği, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi, Konya.

Türkseven, S., Kızmaz, M. Z., Tekin, A. B., Urkan, E. ve Serim, A. T. (2016). Tarımda dijital dönüşüm; insansız hava araçları kullanımı. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(4), 267-271.

UTİKAD (2018). *Ptt 'Drone' İle 20 Km'ye Kadar Kargo Taşıyacak*. Retrieved from <https://www.utikad.org.tr/Detay/Sektor-Haberleri/24738/ptt-%E2%80%98drone--ile-20-km-ye-kadar-kargo-tasiyacak>

Wang, D. (2016). *The economics of drone delivery*. Retrieved from <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/drones/the-economics-of-drone-delivery>.

Yılmaz, Ü. (2019). İnsani Yardım Lojistiği Faaliyetlerinde İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları. *Türkiye Mesleki ve Sosyal Bilimler Dergisi*, (2), 43-54.

Yoo, W., Yu, E., ve Jung, J. (2018). Drone delivery: Factors affecting the public's attitude and intention to adopt. *Telematics and Informatics*, 35(6), 1687-1700.

Zhu, T., Boyles, S., ve Unnikrishnan, A. (2022). Two-stage robust facility location problem with drones. *Transportation Research Part C*, 1-22.