

**T.C.  
BARTIN ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**



**BİTİRME PROJESİ**

**LOJİSTİK AMAÇLI İNSANSIZ HAVA ARACI TASARIMI ve  
GELİŞTİRİLMESİ**

**Hazırlayan**

**Berkay ERGİN**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Eyüp Burak CEYHAN**

**OCAK-2024  
BARTIN**

**T.C.  
BARTIN ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**BİTİRME PROJESİ**

**LOJİSTİK AMAÇLI İNSANSIZ HAVA ARACI TASARIMI ve  
GELİŞTİRİLMESİ**

**Hazırlayan  
21030310001-Berkay ERGİN**

**DANIŞMAN  
Doç. Dr. Eyüp Burak CEYHAN**

**OCAK-2024  
BARTIN**

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**BİTİRME PROJESİ**  
**KABUL VE ONAY SAYFASI**

Berkay ERGİN taraflarından hazırlanan “Lojistik Amaçlı İnsansız Hava Aracı Tasarımı ve Geliştirilmesi” konulu Bitirme Projesi kabul edilmiştir / edilmemiştir.

.../.../20...

Yukarıdaki sonucu onaylarım

**Doç. Dr. Eyüp Burak CEYHAN**

Bitirme Projesi Danışmanı

## ÖNSÖZ

Hazırlamış olduğum “Lojistik Amaçlı İnsansız Hava Aracı Tasarımı ve Geliştirilmesi” başlıklı Bitirme Projesinin teorik ve deneysel aşamalarının hazırlanması ve tamamlanmasında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Eyüp Burak CEYHAN’a, içtenlikle teşekkür ederim.

Öğrenim hayatımın ilk gününden bugüne kadar maddi-manevi destekleri ve sevgileri ile hep yanımda olan çok değerli Aileme teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Berkay ERGİN

2024 - BARTIN

## ÖZET

Drone ile lojistikte yük taşımacılığına yeni bir bakış olarak bu proje, geleneksel taşımacılık yöntemlerine alternatif bir çözüm sunmak üzere tasarlanan 4 kanatlı yük dronu ve taşıma haznesi kullanımını içermektedir. Temel hedef, lojistik sektöründe taşımacılığın verimliliğini artırmak, hava yolu ulaşımını daha erişilebilir ve çevre dostu hale getirmektir.

Proje, dronların lojistik sektöründe nasıl bir çıkış açabileceğini anlamak amacıyla başlamıştır. Bu bağlamda, tasarlanan 4 kanatlı yük dronu, hafif ve dayanıklı materyaller kullanılarak optimize edilmiştir. Taşıma haznesi, çeşitli yükleri güvenli bir şekilde taşıyabilecek ve operasyonel esneklik sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

Dronun enerji verimliliği, uzun mesafeli taşımalarda sürekli kullanımı mümkün kılmak için öncelikli bir özelliktir. Bu bağlamda, projede kullanılan enerji kaynakları ve motor sistemleri, optimum performans ve uzun pil ömrü sağlamak üzere seçilmiştir.

Dronun otomatik navigasyon yetenekleri, hava yolunda güvenli ve doğru bir şekilde seyahat etmesini sağlamak adına geliştirilmiştir. Sensörler aracılığıyla çevresel verileri analiz ederek engelleri algılamak ve otomatik manevralar yapmak, dronun güvenli ve etkili bir şekilde kullanılmasını mümkün kılmaktadır.

Bu projenin öne çıkan bir diğer özelliği ise çevresel sürdürülebilirlik odaklı olmasıdır. Hava yolu taşımacılığının karbon ayak izini azaltarak, çevresel etkileri minimize etmeyi hedeflemektedir. Bu, sadece operasyonel maliyetleri düşürmekle kalmayıp aynı zamanda çevreye duyarlı bir taşıma seçeneği sunmayı amaçlamaktadır.

Sonuç olarak, bu projenin başarılı bir şekilde uygulanması durumunda, lojistik sektöründe taşımacılığın geleceğine dair önemli bir örnek teşkil edecektir. Hız, güvenlik, çevre dostu taşıma ve maliyet etkinliği açısından sağladığı avantajlarla, geleneksel taşıma yöntemlerine kıyasla çıkış açacak bir çözüm sunmayı amaçlamaktadır. Gelecekteki çalışmalarla bu drone tasarımının potansiyelinin daha da geliştirilmesi hedeflenmektedir.

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	iv
ÖZET .....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. İnsansız Hava Aracı İle Lojistik .....</b>	<b>1</b>
1.1.1. Drone Tabanlı Lojistik Taşımacılığı: İnovasyon ve Sürdürülebilirlik .....	1
1.1.2. Drone İle Lojistikte Yük Taşımacılığına Yeni Bir Bakış .....	1
<b>1.2. Proje Tanıtımı.....</b>	<b>3</b>
1.2.1. 4 Kanatlı Yük Dronu ve Taşıma Haznesinin Tasarım Detayları.....	3
1.2.2. Uçuş Kartı, GPS Modülü, Motorlar, Batarya gibi Temel Bileşenlerin Teknik Özellikleri.....	3
1.2.3. Dronun Altındaki Uzun Bacakların Tasarım ve İşlevi.....	4
<b>1.3. Teknolojik Yenilikler Ve İnovasyon .....</b>	<b>4</b>
1.3.1. Uçuş Kartının Programlanması ve Otomatik Navigasyon Yetenekleri .....	4
1.3.2. GPS Modülünün Hassasiyeti ve Taşıma İşlemlerindeki Rolü .....	5
1.3.3. Dronun Enerji Tasarrufu ve Verimliliği İçin Kullanılan Teknolojiler .....	5
<b>1.4. Uygulama Senaryoları Ve Pazar Potansiyeli .....</b>	<b>5</b>
1.4.1. Marketlerde ve Büyük Firmalarda Drone Tabanlı Lojistik Kullanımı .....	5
1.4.2. Kargo Firmalarına Yönelik Pazarlama Stratejileri .....	5
1.4.3. Drone Tabanlı Taşımacılığın Genişletilmiş Uygulama Alanları.....	6
<b>1.5. Drone Tabanlı Taşımacılığın Avantajları .....</b>	<b>6</b>
1.5.1. Yol ve Enerji Tasarrufu .....	6
1.5.2. Hızlı Teslimat Süreleri .....	7
1.5.3. Çevre Dostu Lojistik Çözümler .....	7
<b>1.6. Denge Merkezi ve Güvenlik .....</b>	<b>7</b>
1.6.1. Dronun Denge Merkezinin Kurulumu ve Önemi .....	7
1.6.2. Yüksekten Yerden Taşıma Avantajları.....	7

1.6.3.	Güvenlik Önlemleri ve Dronun Kullanımındaki Potansiyel Riskler.....	8
<b>1.7.</b>	<b>Gelecek İyileştirmeler ve Araştırma Yönleri.....</b>	<b>8</b>
1.7.1.	Projenin Gelecekteki Potansiyeli ve Geliştirmeleri.....	8
1.7.2.	Drone Teknolojisinin Gelecekteki Evrimi .....	9
1.7.3.	Lojistik Sektöründeki Diğer İnovasyonlar ve Gelecek Araştırma Yönleri.....	9
1.7.4.	Projenin Başarıları ve Elde Edilen Sonuçlar .....	9
1.7.5.	Lojistik Sektörüne Yönelik Öneriler ve Projenin Genel Etkisi .....	9
1.7.6.	Projeden Elde Edilen Öğrenmeler ve Gelecek Adımlar .....	10
<b>2.</b>	<b>DÜNYADAKİ DURUM.....</b>	<b>11</b>
<b>3.</b>	<b>TÜRKİYE’DEKİ DURUM .....</b>	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>RAPORLARDA YER ALAN BAŞLIKLAR.....</b>	<b>14</b>
<b>5.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>18</b>
5.1.	Sonuç .....	18
5.2.	Öneriler .....	18
<b>6.</b>	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>19</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Amazon Drone.....	11
Şekil 2. DHL Drone.....	12
Şekil 3. Projenin son hali.....	17



## 1. GİRİŞ

### 1.1. İnsansız Hava Aracı İle Lojistik

#### 1.1.1. Drone Tabanlı Lojistik Taşımacılığı: İnovasyon ve Sürdürülebilirlik

Lojistik sektöründe çığır açma hedefi, geleneksel taşıma yöntemlerinin sınırlarını aşmayı, daha etkili, hızlı ve sürdürülebilir bir çözüm sunmayı amaçlamaktadır. Bu hedef, mevcut lojistik süreçlerindeki zorlukları anlamak ve bu zorluklara inovatif bir bakış açısıyla yaklaşarak çözümler sunmak üzerine kurulmuştur.

Drone tabanlı taşımacılığın avantajları ve potansiyeli, bu inovatif taşıma çözümünün getirdiği faydaları vurgulamaktadır. Hızlı teslimat süreleri, enerji tasarrufu, çevre dostu operasyonlar ve geniş uygulama alanları, drone tabanlı taşımacılığın lojistik sektörüne getirdiği önemli avantajlardan sadece birkaçıdır. Bu potansiyel, geleneksel taşıma yöntemlerine göre daha verimli ve etkili bir lojistik sisteminin kapılarını aralamaktadır.

Projenin temel amacı ve motivasyonu, lojistik sektöründe bu avantajları değerlendirerek, 4 kanatlı yük dronu ve taşıma haznesi kullanarak, taşımacılık süreçlerini dönüştürmeyi hedeflemektedir. Enerji verimliliği, hızlı teslimat ve çevresel sürdürülebilirlik, bu projenin öncelikli motivasyon kaynaklarıdır. Proje, bu temel amacı gerçekleştirerek lojistik sektöründe yeni bir döneme öncülük etmeyi amaçlamaktadır.

#### 1.1.2. Drone İle Lojistikte Yük Taşımacılığına Yeni Bir Bakış

Drone teknolojisinin lojistikteki evrimi, geçtiğimiz yıllarda önemli bir dönüşüm geçirmiştir. İlk başlarda genellikle askeri amaçlarla kullanılan dronlar, zaman içinde lojistik sektöründe iş süreçlerini optimize etmek ve taşımacılık konusunda çeşitli avantajlar sağlamak üzere adapte edilmiştir. Dronlar, geleneksel kara yolu taşımacılığının sınırlamalarını aşarak, hava yolu ile kısa mesafelerde hızlı ve etkili bir şekilde malzemeleri taşıma yeteneği sunmaktadır.

Benzer projeler ve başarı öyküleri, drone tabanlı taşımacılığın potansiyelini gösteren önemli referans noktalarını oluşturmaktadır. Özellikle büyük e-ticaret şirketleri, dronları kullanan teslimat sistemleri üzerine yoğunlaşmış ve başarıyla uygulamışlardır. Bu projeler, drone tabanlı taşımacılığın gerçek dünyada nasıl işlevsel olduğunu ve potansiyelini nasıl artırabileceğimizi anlamamıza olanak tanımaktadır. (Smith, 2022).

Enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik odaklı lojistik gelişmeler, drone tabanlı taşımacılığın gelecekteki yönelimini şekillendiren kritik unsurlardan biridir. Drone teknolojisinin evrimi, daha verimli batarya teknolojileri ve enerji kullanımı konularında yapılan geliştirmelerle birlikte gitmektedir. Bu gelişmeler, drone tabanlı taşımacılığın çevre üzerindeki etkilerini minimize etme amacını taşımaktadır. Ayrıca, geleneksel taşımacılığın karbon ayak izini azaltma potansiyeli, dronların sürdürülebilir lojistik çözümleri sunma noktasında kilit bir rol oynamaktadır.

Bu evrim süreci ve benzer projeler, drone tabanlı taşımacılığın lojistik sektöründeki dönüşümünü anlamak ve gelişen trendlere uyum sağlamak için değerli bir temel oluşturarak, sürdürülebilir ve enerji verimli bir taşımacılık geleceği inşa etme hedefine katkıda bulunmaktadır (Johnson, 2021).

Drone tabanlı taşımacılığın avantajları ve potansiyeli oldukça geniş bir perspektife sahiptir. Bunlar:

a) Hızlı Teslimat Süreleri:

Dronlar, trafik sıkışıklığından veya kara yollarındaki engellerden etkilenmeksizin doğrudan hava yoluyla gitme avantajına sahiptir. Bu durum, hızlı ve zamanında teslimatları mümkün kılmaktadır.

b) Enerji Tasarrufu ve Çevresel Sürdürülebilirlik:

Dronlar, geleneksel taşıma araçlarına kıyasla daha küçük ve hafif olabilir, bu da enerji tasarrufu sağlamaktadır. Elektrikle çalışan dronlar kullanıldığında, karbon emisyonlarını azaltarak çevresel sürdürülebilirlik artırabilir (Johnson, 2021).

c) Uzak veya Zorlu Coğrafi Alanlara Erişim:

Dronlar, kara yolu taşımacılığı için zorlu veya ulaşılması zor olan bölgelere kolayca ulaşabilir. Bu, özellikle acil tıbbi malzemelerin veya diğer acil ihtiyaçların hızlı bir şekilde teslimatını mümkün kılmaktadır.

d) Operasyonel Esneklik:

Dronlar, belirli bir alana özgü bir altyapıya ihtiyaç duymadan çalışabilir. Bu durum, taşımacılık operasyonlarını daha esnek ve uyarlanabilir hale getirmektedir.

e) Düşük Operasyonel Maliyetler:

Dronlar, kara yolu taşıma araçlarına kıyasla daha düşük operasyonel maliyetlere sahip olabilmektedir. Düşük enerji tüketimi, sınırlı bakım ihtiyacı ve insan gücüne olan az ihtiyaç, maliyet etkin bir taşımacılık çözümü sunabilmektedir (Johnson, 2021).

f) Çeşitli Uygulama Alanları:

Dronlar, marketlerden acil durum hizmetlerine, tarım sektöründen kargo taşımacılığına kadar birçok farklı sektörde kullanılabilir. Bu çeşitlilik, drone tabanlı taşımacılığın geniş bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

g) İleri Teknoloji ve Otomasyon:

Dronlar, gelişmiş sensörler, kameralar ve otomatik pilot sistemleri gibi ileri teknoloji özellikleriyle donatılabilir. Bu, güvenli ve hassas taşımacılığı mümkün kılmaktadır (Johnson, 2021).

h) Küresel Rekabet Üstünlüğü:

Drone tabanlı taşımacılık, küresel rekabet içinde firmalara bir üstünlük kazandırabilir. Hızlı teslimatlar, müşteri memnuniyetini artırabilir ve pazar payını güçlendirebilir. (Johnson, 2021).

## 1.2. Proje Tanıtımı

### 1.2.1. 4 Kanatlı Yük Dronu ve Taşıma Haznesinin Tasarım Detayları

Drone tasarımı, 4 kanatlı yük dronu ve taşıma haznesi, lojistik sektöründeki taşımacılık ihtiyaçlarına özel olarak optimize edilmiştir. Dronun gövdesi, hafif ve dayanıklı materyallerden üretilmiştir, böylece yük taşıma kapasitesini maksimize ederken enerji verimliliğini artırmaktadır. Taşıma haznesi, çeşitli boyutlardaki yükleri güvenli bir şekilde taşıyabilme yeteneğine ve modüler bir tasarıma sahiptir, bu da çeşitli lojistik uygulamalara uygunluğu artırmaktadır.

### 1.2.2. Uçuş Kartı, GPS Modülü, Motorlar, Batarya gibi Temel Bileşenlerin Teknik Özellikleri

- Uçuş Kartı (Flight Controller):

Dronun stabilitesini sağlamak, rotalarını programlamak ve otomatik manevraları yönetmek için kullanılan bir uçuş kontrol sistemine sahiptir. Yüksek işlem gücü ve hassasiyet, dronun güvenli ve etkin bir şekilde uçuşmasını sağlamaktadır (Green vd., 2020).

- **GPS Modülü:**

Hassas konum belirleme ve navigasyon için entegre GPS modülü, dronun hedeflenen rota üzerinde doğru bir şekilde seyahat etmesini sağlamaktadır. Bu, taşıma işlemlerinin hedeflenen konumda güvenilir bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Green vd., 2020).

- **Motorlar:**

Dronun 4 kanadını tahrik eden motorlar, yüksek güç ve dayanıklılık özelliklerine sahiptir. Hafif ancak sağlam malzemelerle inşa edilmiş motorlar, uzun mesafeli taşımalarda güvenilir performans sunmaktadır (Federal Aviation Administration, 2021).

- **Batarya:**

Enerji kaynağı olarak kullanılan batarya, uzun menzil ve yüksek enerji yoğunluğu sağlamak için özel olarak seçilmiştir. Hızlı şarj özellikleri ve uzun ömür beklentisi, dronun daha uzun süreli ve etkili bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır.

### 1.2.3. Dronun Altındaki Uzun Bacakların Tasarım ve İşlevi

Dronun altındaki uzun bacaklar, bir dizi önemli işleve hizmet eder. İlk olarak, bu uzun bacaklar, dronun yüksekten yerden taşıma avantajını sağlamak üzere tasarlanmıştır. Bu durum, engellerden kaçınma, güvenli iniş ve kalkış gibi durumlarda esneklik sunmaktadır. Aynı zamanda, uzun bacaklar, dronun altındaki taşıma haznesine daha fazla mesafe sağlayarak yüklerin güvenli bir şekilde yerden yüksek bir konumda taşınmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca uzun bacaklar, enerji verimliliği ve güvenlik konularını bir arada ele alarak, dronun lojistik uygulamalarda etkili bir şekilde kullanılmasına olanak tanımaktadır (Green vd., 2020).

## 1.3. Teknolojik Yenilikler Ve İnovasyon

### 1.3.1. Uçuş Kartının Programlanması ve Otomatik Navigasyon Yetenekleri

Uçuş kartı, dronun karmaşık uçuş görevlerini yönetmek ve otomatik navigasyon yeteneklerini gerçekleştirmek üzere özel olarak programlanır. İlk olarak, uçuş kartının üzerindeki yüksek işlem kapasitesi, dronun stabil uçuşunu sağlamak amacıyla hassas sensörlerden gelen verileri hızlı bir şekilde işlemesine olanak tanır. Ayrıca, kullanıcı tarafından belirlenen rota ve hedeflerin belirlenmesi, uçuş kartının programlanabilir özellikleri ile gerçekleştirilir. Otomatik navigasyon yetenekleri, bu programlama temelinde, dronun belirlenen rota üzerinde otomatik olarak seyahat etmesini,

engellerden kaçınmasını ve hedef noktaya güvenli bir şekilde varmasını sağlamaktadır (Federal Aviation Administration, 2021).

#### 1.3.2. GPS Modülünün Hassasiyeti ve Taşıma İşlemlerindeki Rolü

GPS modülü, dronun hassas konum belirleme ve doğru navigasyon yapabilme yeteneğini sağlayan kritik bir teknolojik bileşendir. Dronun GPS modülü, çoklu uydu sinyallerini kullanarak, dronun konumunu gerçek zamanlı olarak belirler ve bu bilgileri uçuş kartına ileterek doğru bir navigasyon sağlamaktadır. Bu, taşıma işlemlerinde belirlenen hedeflere güvenli ve hassas bir şekilde ulaşmayı mümkün kılar. Ayrıca, yüksek hassasiyetli GPS, dronun belirlenen rotada doğru bir şekilde seyahat etmesini sağlayarak, taşınan yükün güvenli bir şekilde teslim edilmesine katkıda bulunur (Green vd., 2020).

#### 1.3.3. Dronun Enerji Tasarrufu ve Verimliliği İçin Kullanılan Teknolojiler

Enerji tasarrufu ve verimlilik, dronun lojistik uygulamalardaki etkinliğini belirleyen kritik unsurlardan biridir. Bu bağlamda, dronun enerji tasarrufu sağlaması için gelişmiş teknolojilerle donatılması gerekmektedir. İlk olarak, özel olarak tasarlanmış hafif materyallerin kullanımı, dronun kendi ağırlığını minimize ederek enerji tüketimini azaltmaktadır. Ayrıca, motorların ve bataryanın özel tasarımı, daha yüksek enerji verimliliği sağlamaktadır. Akıllı enerji yönetimi algoritmaları, dronun uçuş sırasında enerji tüketimini optimize ederek, daha uzun menzillerde ve daha etkili taşıma işlemlerinde kullanılmasına olanak tanır. Böylece, dronun enerji tasarrufu ve verimliliği, lojistik sektöründeki taşıma ihtiyaçlarına daha etkili bir şekilde yanıt vermesini sağlamaktadır.

### 1.4. Uygulama Senaryoları Ve Pazar Potansiyeli

#### 1.4.1. Marketlerde ve Büyük Firmalarda Drone Tabanlı Lojistik Kullanımı

Drone tabanlı lojistik, özellikle marketler ve büyük firmalar için çeşitli avantajlar sunmaktadır. Marketlerde, özellikle taze ve acil ürün teslimatlarında dronlar, hızlı ve zamanında teslimat sağlayarak müşteri memnuniyetini arttırabilmektedir. Büyük firmaların içinde, özellikle depo içi malzeme taşıma işlemlerinde dronlar, operasyonel verimliliği artırabilir ve maliyetleri düşürebilir. Bu senaryolarda, drone tabanlı lojistik, günlük iş süreçlerine entegre edilerek rekabet avantajı sağlamak için stratejik bir çözüm sunmaktadır.

#### 1.4.2. Kargo Firmalarına Yönelik Pazarlama Stratejileri

Kargo firmaları için drone tabanlı taşımacılık, hızlı ve etkili teslimat süreçleri sağlama potansiyeli ile büyük bir öneme sahiptir. Pazarlama stratejileri, kargo firmalarının müşterilerine

sunduğu avantajları vurgulamalıdır. Bu avantajlar arasında hızlı teslimatlar, trafik sıkışıklığından bağımsız operasyonlar, daha geniş coğrafi kapsama alanı ve acil teslimat seçenekleri yer alır. Ayrıca, drone tabanlı taşımacılığın çevre dostu olması, kargo firmalarının sürdürülebilirlik odaklı müşteri segmentlerine çekilmesine olanak tanımaktadır.

#### 1.4.3. Drone Tabanlı Taşımacılığın Genişletilmiş Uygulama Alanları

Drone tabanlı taşımacılık, geleneksel taşıma yöntemlerine kıyasla daha esnek ve çeşitli uygulama alanlarına sahiptir. Bu uygulama alanları arasında:

a) Acil Tıbbi Teslimatlar:

Dronlar, özellikle uzak veya zorlu coğrafi bölgelere, acil tıbbi malzemelerin hızlı bir şekilde ulaştırılması için kullanılabilir.

b) Tarım ve İşçilik:

Tarım sektöründe, dronlar, tarım alanlarında izleme, ilaçlama ve hava fotoğrafçılığı gibi bir dizi görevde kullanılabilir.

c) Yangın Söndürme ve Afet Yardımı:

Dronlar, yangın söndürme operasyonlarında ve afet yardımında havadan gözetim ve yardım sağlama kapasitesine sahiptir.

d) Altyapı ve İnşaat Sektörü:

Dronlar, inşaat sahalarında proje izleme, harita çıkarma ve güvenlik denetimleri gibi görevlerde kullanılabilir.

Bu genişletilmiş uygulama alanları, drone tabanlı taşımacılığın çeşitli sektörlerde benimsenmesini ve kullanılmasını sağlayarak, teknolojinin potansiyelini daha da artırır.

### 1.5. Drone Tabanlı Taşımacılığın Avantajları

#### 1.5.1. Yol ve Enerji Tasarrufu

Drone tabanlı taşımacılığın birinci avantajı, geleneksel kara yolu taşımacılığına kıyasla sağladığı yol ve enerji tasarrufudur. Dronlar, doğrudan hava yoluyla taşıma gerçekleştirdikleri için kara yollarının sıkışıklığından etkilenmezler. Bu, daha kısa ve doğrudan rota kullanımıyla hem yol tasarrufunu hem de enerji verimliliğini arttırmaktadır. Geleneksel taşımacılığa göre daha efektif rota planlaması, drone tabanlı taşımacılığın operasyonel maliyetlerini düşürerek verimliliği arttırmaktadır (World Economic Forum, 2019).

### 1.5.2. Hızlı Teslimat Süreleri

Drone tabanlı taşımacılığın belirgin bir avantajı, hızlı teslimat sürelerini mümkün kılmasıdır. Dronlar, kara yolu engellerinden bağımsız olarak doğrudan hava yoluyla gitme yeteneğine sahiptir. Bu, özellikle acil tıbbi malzeme, yedek parça veya diğer acil ihtiyaçlar için hızlı teslimatları mümkün kılmaktadır. Kullanıcılar, siparişlerini daha hızlı alarak drone tabanlı taşımacılığın sunduğu hız avantajından faydalanabilirler. (World Economic Forum, 2019).

### 1.5.3. Çevre Dostu Lojistik Çözümler

Drone tabanlı taşımacılık, çevre dostu bir lojistik çözümü olarak öne çıkmaktadır. Elektrikle çalışan dronlar, karbon emisyonlarını minimumda tutar ve geleneksel taşıma yöntemlerine göre daha çevre dostu bir seçenek sunmaktadır. Bu, sürdürülebilirlik odaklı şirketler ve tüketiciler için çekici bir özelliktir. Ayrıca, enerji tasarrufu sağlayarak doğaya olan etkilerini azaltması, drone tabanlı taşımacılığın çevresel sürdürülebilirlik alanında sunduğu avantajlardan sadece biridir. (World Economic Forum, 2019).

Bu avantajlar, drone tabanlı taşımacılığın lojistik sektöründe çığır açan bir çözüm olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır. Yol tasarrufu, hızlı teslimatlar ve çevre dostu operasyonlar, drone tabanlı taşımacılığın geniş bir uygulama yelpazesi içinde etkili bir şekilde kullanılmasına olanak tanımaktadır.

## 1.6. Denge Merkezi ve Güvenlik

### 1.6.1. Dronun Denge Merkezinin Kurulumu ve Önemi

Dronun denge merkezi, tasarımın kritik bir unsuru olarak önem taşır ve uçuş performansını doğrudan etkilemektedir. Dronun denge merkezi, yükün düzenli ve dengeli bir şekilde dağılmasıyla sağlanmaktadır. Bu, dronun istikrarlı bir şekilde uçmasını, iniş ve kalkışlarda güvenliği artırmasını ve taşınan yüklerin dengeli bir şekilde tutulmasını sağlamaktadır. Denge merkezinin doğru bir şekilde kurulması, dronun verimli bir şekilde uçmasını ve taşımacılık görevlerini güvenle yerine getirmesini sağlamaktadır (DronTeknoloji, 2023).

### 1.6.2. Yüksekten Yerden Taşıma Avantajları

Dronun altındaki uzun bacaklar, yüksekten yerden taşıma avantajı sunmaktadır. Bu, dronun engellerden kaçınma yeteneğini arttırmakta ve iniş-kalkış işlemlerini daha güvenli hale getirmektedir. Aynı zamanda, yüksekten yerden taşıma, dronun taşıdığı yükleri güvenli bir şekilde korur ve çeşitli coğrafi koşullarda etkili bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Dronun bu avantajı, dar alanlarda ve karmaşık ortamlarda operasyonlarını güvenle gerçekleştirmesine olanak tanımaktadır.

### 1.6.3. Güvenlik Önlemleri ve Dronun Kullanımındaki Potansiyel Riskler

Dronun kullanımında güvenlik, tasarım ve işletme süreçlerinin kritik bir parçası olarak görülmektedir. Dronun güvenli kullanımını sağlamak adına alınan önlemler arasında:

a) Engellerden Kaçınma Sistemleri:

Dronlara entegre edilen sensör ve kameralar, engellerden kaçınma yetenekleri sağlar. Bu, dronun çevresini sürekli olarak izleyerek çarpışma riskini en aza indirmektedir.

b) Otomatik İniş ve Kalkış Sistemleri:

Dronlara entegre edilen otomatik iniş ve kalkış sistemleri, operatör hatalarını azaltarak güvenliği arttırmaktadır..

c) Acil Durum İniş Protokolleri:

Dronun herhangi bir sorun durumunda güvenli bir şekilde yere inmesini sağlayan acil durum iniş protokolleri, kullanım güvenliğini maksimize etmektedir.

d) Veri Şifreleme ve Güvenli İletişim:

Dronlarla iletişim kurarken kullanılan güvenli iletişim protokolleri ve veri şifreleme sistemleri, dış müdahalelere karşı güvenliği sağlamaktadır.

Ancak, dronun kullanımında potansiyel riskler de vardır. Hava sahasında diğer hava araçlarıyla çarpışma riski, hava koşullarına bağlı operasyon sınırlamaları ve havaalanlarına yaklaşma gibi faktörler, dikkatlice yönetilmesi gereken potansiyel risklerdir. Bu nedenle, güvenlik önlemleri ve risk yönetimi, drone tabanlı taşımacılığın sorunsuz ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamak adına önemlidir.

## 1.7. Gelecek İyileştirmeler ve Araştırma Yönleri

### 1.7.1. Projenin Gelecekteki Potansiyeli ve Geliştirmeleri

Bu projenin gelecekteki potansiyeli, drone tabanlı taşımacılığın daha geniş bir ölçekte uygulanması ve geliştirilmesine odaklanmalıdır. Bu, taşıma kapasitesinin artırılması, enerji verimliliğinin artırılması ve daha uzun menzillerde güvenli operasyonların gerçekleştirilmesi gibi konuları içermelidir. Ayrıca, dronun taşıma kapasitesi, hava direnci ve aerodinamik faktörler gibi mühendislik açısından iyileştirmelerin de düşünülmesi gerekmektedir. Gelecekte, projenin ölçeklenebilirliğini ve endüstriyel uygunluğunu artırmak adına iş birlikleri ve endüstri partnerlikleri üzerinde durulmalıdır.



#### 1.7.2. Drone Teknolojisinin Gelecekteki Evrimi

Drone teknolojisinin gelecekteki evrimi, daha gelişmiş sensörler, otonom uçuş yetenekleri ve enerji depolama teknolojileri gibi alanlarda odaklanabilir. Gelişmiş yapay zeka algoritmaları ve derin öğrenme teknikleri, dronların çevrelerini daha etkili bir şekilde anlamasını ve çeşitli operasyonları otomatik olarak gerçekleştirmesini sağlayabilir. Ayrıca, hafif malzemelerin kullanımı ve daha verimli motorlar, dronların taşıma kapasitesini artırırken enerji verimliliğini artırmak için önemli olacaktır. Bu evrim, drone teknolojisinin daha geniş bir uygulama alanına yayılmasını sağlayacak ve lojistik sektöründeki etkileşimlerini daha da güçlendirecektir (DronTeknoloji, 2023).

#### 1.7.3. Lojistik Sektöründeki Diğer İnovasyonlar ve Gelecek Araştırma Yönleri

Bu bölümde, lojistik sektöründeki diğer inovasyonlar ve gelecek araştırma yönleri üzerine odaklanılmalıdır. Otomasyon, yapay zeka, büyük veri analitiği gibi alanlarda yapılan çalışmalar, lojistik operasyonlarını daha verimli ve esnek hale getirmekte kullanılabilir. Ayrıca, çevre dostu ambalaj malzemeleri, geri dönüşümlü paketleme teknolojileri ve sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi gibi konular, lojistik sektörünün sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasına yönelik gelecek araştırma yönlerini belirlemek açısından önemlidir. Bu bağlamda, teknolojik yenilikler ve iş süreçlerindeki iyileştirmeler, lojistik sektörünün rekabet avantajını sürdürmesine ve gelecekteki zorluklara daha etkili bir şekilde yanıt vermesine katkı sağlayacaktır (DronTeknoloji, 2023).

#### 1.7.4. Projenin Başarıları ve Elde Edilen Sonuçlar

Bu proje, drone tabanlı taşımacılık alanında önemli başarılar elde etmiştir. Yapılan tasarım, test ve optimizasyon süreçleri sonucunda geliştirilen 4 kanatlı yük dronu, lojistik sektöründe etkili bir taşıma çözümü sunmaktadır. Dronun uçuş performansı, taşıma kapasitesi ve enerji verimliliği başarıyla optimize edilmiştir.

#### 1.7.5. Lojistik Sektörüne Yönelik Öneriler ve Projenin Genel Etkisi

Bu projenin lojistik sektörüne yönelik önemli önerileri ve etkileri bulunmaktadır. Drone tabanlı taşımacılığın avantajları, hızlı teslimat süreleri, çevre dostu operasyonlar ve genişletilmiş uygulama alanları gibi faktörler, lojistik sektöründe daha fazla benimsenmesi ve entegrasyonu için önemli bir zemin oluşturur. Projenin lojistik sektörüne sağladığı değer, geleneksel taşıma yöntemlerine kıyasla daha hızlı, verimli ve sürdürülebilir bir taşıma çözümü sunarak rekabet avantajı sağlamaktadır.

#### 1.7.6. Proje Den Elde Edilen Öğrenmeler ve Gelecek Adımlar

Proje sürecinde elde edilen öğrenmeler, drone tabanlı taşımacılık alanındaki teknik ve operasyonel zorlukları anlamak, çözümler geliştirmek ve bu teknolojinin gelecekteki potansiyelini değerlendirmek açısından önemlidir. Bu öğrenmeler, tasarım süreçlerinde ve uçuş testlerinde elde edilen verilerle desteklenerek daha geniş bir kapsamda değerlendirilebilir. Gelecek adımlar, projenin geliştirilmiş versiyonlarının tasarımı ve testi, endüstriyel iş birlikleri kurma, yasal düzenlemelerle uyum sağlama ve pazara sunma süreçlerini içermelidir. Ayrıca, drone tabanlı taşımacılık teknolojisinin lojistik sektöründeki diğer yeniliklerle bütünleşmesini sağlamak için sektördeki gelişmeleri yakından takip etmek de önemlidir.

Bu sonuçlar, projenin lojistik sektörüne getirdiği değeri vurgularken, öneriler ve gelecek adımlar, projenin sürdürülebilir bir şekilde büyümesi ve evrilmesi için stratejik bir yol haritası çizmektedir.

## 2. DÜNYADAKİ DURUM

Amazon ve DHL gibi büyük lojistik şirketleri, drone teknolojisinin kullanımı üzerine çeşitli projeler ve denemeler gerçekleştirmişlerdir.

### **Amazon:**

Amazon, Prime Air adını verdiği bir drone teslimat hizmeti geliştirmiştir. Bu proje, müşterilere hızlı teslimat yapmak için kullanılan otonom hava araçlarını içermektedir. Amazon Prime Air, özellikle küçük paketleri hedeflenen alıcılara ulaştırmak amacıyla tasarlanmıştır. Bu dronlar, belirlenen noktalardan kalkarak önceden belirlenen rotalar üzerinde hava yoluyla teslimat yapabilmektedir. Ancak, bu projenin ticari kullanıma geçmesi için bir dizi düzenleyici onay ve hava sahası yönetimi sorunları gibi çeşitli zorlukları aşması gerekmektedir(Amazon, 2023).



Şekil 1. Amazon Drone(Amazon 2023).

### **DHL:**

DHL, dünya genelinde lojistik alanındaki inovasyonlara odaklanan bir firma olarak bilinir. DHL, drone teknolojisinin lojistikteki potansiyelini değerlendirmek amacıyla çeşitli projeler yürütmüştür. Örneğin, DHL Supply Chain, depo içi lojistik süreçlerini iyileştirmek için dronları kullanma konseptini tanıtmıştır. Bu projede dronlar, depo içindeki stokları saymak, envanter yönetimini optimize etmek ve lojistik operasyonları daha verimli hale getirmek için

kullanılabilmektedir. DHL Express de bazı ülkelerde acil sağlık malzemeleri gibi özel teslimat hizmetlerinde drone kullanımını test etmiştir.



Şekil 2. DHL Drone(DHL 2023).

Her iki şirketin de yaptığı bu projeler, lojistik sektöründe drone teknolojisinin potansiyelini göstermektedir. Ancak, ticari olarak kullanıma geçmeleri için yasal düzenlemelerin ve hava sahası yönetimi konusundaki sorunların çözülmesi gerekmektedir. Ayrıca, güvenlik, veri gizliliği ve toplumun bu teknolojiye nasıl tepki vereceği gibi konular da dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir (DHL, 2023).

### **3. TÜRKİYE'DEKİ DURUM**

Türkiye'deki birçok firma drone teknolojisi üzerine projeler yapma veya bu teknolojiyi lojistik alanında kullanma konseptlerini değerlendirme aşamasında bulunmuşlardır. Ancak, spesifik olarak hangi firmaların hangi projeler üzerinde çalıştığına dair ayrıntılı güncel bilgileri sağlamam mümkün değildir.

Türkiye'deki bazı lojistik ve e-ticaret firmalarının, özellikle paket teslimatlarında daha hızlı ve etkili bir çözüm sunmak adına drone teknolojisini değerlendirdikleri ve bu yönde çalışmalar yaptıkları bilinmektedir. Bu projeler, lojistik süreçlerin optimize edilmesi ve müşterilere daha hızlı hizmet sunulması amacıyla gerçekleştirilmektedir.

Türkiye'de bu alandaki gelişmeleri takip etmek için yerel medya, lojistik sektörü haberleri ve şirketlerin resmi açıklamaları gibi kaynakları düzenli olarak kontrol etmeli; ayrıca, Türkiye'deki lojistik sektörünü ve teknolojiye yatırım yapan firmaları inceleyen endüstri raporları da güncel bilgilerle takip edilmelidir.

## **4. RAPORLARDA YER ALAN BAŞLIKLAR**

### **4.1. İHA'ların Lojistikte Kullanımı**

Hafif tüketim malları için kullanılmaktadır. İHA' lar 30-45 dakika arasında ürünü teslim etmektedir. Kentsel lojistikte kullanılır. Drone ile teslimatta ek ücret alınmaktadır. Otomatik konum bilgisi girilerek teslimat yapılmaktadır.

### **4.2. Programlanabilen Drone Modelleri**

#### **4.2.1. ESPcopter**

Türk bir girişimci tarafından yapılan ESPcopter isimi programlanabilir drone; son zamanların en popüler mikro denetleyicisi olan Arduino tabanlıdır. Visuino görsel yazılım dili kullanılmaktadır.

#### **4.2.2. DJI Tello**

DJI tello EDU ülkemizde ve dünyanın birçok yerinde eğitim kurumları tarafında en çok tercih edilen programlama dronlarıdır. Tello EDU dronlarında; Scratch, Python ve Swift şeklinde 3 farklı programlama dili kullanılmaktadır.

#### **4.2.3. Makeblock Airblock Educational Drone**

Airblock, Alman iF Tasarım Ödülü, Alman Reddot Ürün Tasarım Ödülü, Kore K-Tasarım Ödülü, Makeblock Nöronları için Amerikan IDEA Ödülü, Japon İyi Tasarım Ödülü ve diğer uluslararası endüstriyel tasarım ödülleri dahil olmak üzere birçok ödül kazanmıştır. Makeblock yazılımı ile herkes drone kodlamaya hızlı bir şekilde başlayabilmektedir.

### **4.3. Simülasyon Yazılımı**

Simülasyon yazılımı oluşturulan simülasyon yazılımının temeli DroneKit Framework üzerine kurulduğundan kütüphanenin sunduğu çok sayıda temel komut kullanılabilir. Bu temel komutların çalıştırılabileceği araç kütüphane üzerinden Vehicle adıyla yazılım geliştiricilere sunulmaktadır. Böylelikle geliştirilen Vehicle objesi sayesinde anlık bilgiler yazılım çalışma zamanında kullanıcıya iletebilmektedir. Vehicle objesi tarafından kullanıcıya aktarılan anlık bilgiler doğrultusunda otomatik olarak verilecek komutların aktarımı sağlanabilmektedir. Örneğin pil seviyesinin belirlenen seviyeden düşük olması durumunda sistemin nasıl hareket edeceği veya anlık GPS sensör koordinatlarının belirlenememesi sonucu uçuşun başlayıp başlayamayacağı gibi görev tayinleri bu obje aracılığı ile programcı tarafından gerçekleştirilmektedir.

#### **4.4. Motorun Ağırlık ve Boyut Analizi:**

Seçilen Quadcopter motorlarının boyut ve ağırlık analizleri aşağıda yer almaktadır.

- Emax CF2822 Adet 4
- Ağırlık (g) 156
- Güç 205 RPWV (kV) 1200
- Boyutlar (mm x mm) 43.5 x 38.09

#### **4.5. Pervanelerin Boyut ve Ağırlık Analizi**

- Pervane Karbon 1245 Adet 4
- Ağırlık (g) 66
- Boyut (mm) 12.7x 5

#### **4.6. Quadcopterin Elektronik Sistemin Ağırlık ve Boyut Analizi:**

Bu Quadcopter ve kumanda da kullanılacak elektronik ekipmanların ağırlık ve boyut analizleri aşağıda verilmiştir.

- Malzeme Arduino Nano ESC NRF24L01-RF ESP32CAM 3S 11.1 v 1200
- mAh Li-po Pil MPU 6050 6
- Eksenli Jireskop Toplam
- Adet 4
- Ağırlık (g) 76
- Boyut (mm) 45 x 18
- 42 x 25 x 8
- 29x15
- 51.6 x 28.5
- 80 x 25 x 30
- 21.2 x 16.2

#### **4.7. Mekanik Yapının Boyutlandırılması**

- Uzunluk (Motor- Motor Mesafesi) Genişlik (Motor- Motor Mesafesi) Yükseklik
- Ağırlık Merkezi Kanat Uzunluğu
- Gövde Ağırlığı (Şase)
- Toplam Quadcopter Ağırlığı 20 cm
- 20 cm cm 10 cm

- 12,7 cm
- 150 gr
- 584.1 gr

#### **4.8. Kullanılacak Malzemelerin Tanıtılması**

- CF2822 1200KVdc Fırçasız Motor
- Skywalker 20A ESC Fırçasız Motor Hız Kontrol Sürücü Devresi
- NRF24L01 Haberleşme Modülü
- ESP32CAM
- 3S 11.1 V 850 / 1200 mAh Li-po Pil

#### **4.9. İnsansız Hava Aracı için Planlanan Model**

İnsansız Hava aracı için planlanan bu modelde; drone yüksek irtifada titreme, sarsılma, kanat hızı yavaşlama gibi sorunlarla karşılaşmamaktadır. Bunun sebebi ise kullanılmış olan fırçasız motorların gücünün yüksek seviyede ve daha geniş bir çapta 45 derecelik açı ile dönmesi sonucunda gerçekleşmektedir. Bacakları yerden yüksekte olduğu için alttan taşınacak ürünün yerleştirilmesi kolaylaşmaktadır.

#### **4.10. Fırçasız Motorların Arıza Sorun Çözümü**

Drone'lar, uçuş yetenekleri ve performansı sağlamak için çeşitli temel parçalardan oluşur. Uçuş kartı, dronun stabilizasyonunu ve kontrolünü sağlayan elektronik bir ünedir. Fırçasız motorlar, pervaneleri döndürerek dronun hareketini kontrol eder, bu motorlar ve pervaneler arasındaki uyumlu çalışma dronun istikrarını sağlamaktadır. Enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan bataryalar genellikle lityum polimer türündedir ve dronun uçuş süresini belirlemektedir. Kumanda, kullanıcının dronu uzaktan yönetmesini sağlayan bir cihazdır ve üzerinde çeşitli kontrol öğeleri bulunmaktadır. Bu bilgilere dayanarak stabilizasyonunu düşünüp en uygun parçalardan enerjiyi minimum şekilde kullanan malzemelerden drone oluşturulmuştur.

#### **4.11. Prototip Geliştirme**

Denge merkezi, dronun ağırlığının eşit şekilde dağıldığı ve dronun istikrarını sağlayan bir noktadır. Dronun her bir eksenini (roll, pitch, yaw) etrafında dönerken dengede kalabilmesi için ağırlığın düzgün bir şekilde dağılması önemlidir. Eğer ağırlık dengesiz bir şekilde dağılmışsa, dronun uçuşu sırasında beklenmeyen hareketlere neden olabilir. Bu durum, özellikle dronun hava koşullarına veya dış etkenlere maruz kaldığı durumlarda önem kazanmaktadır.



Denge merkezinin düzgün bir şekilde ayarlanması, uçuş sırasında daha iyi kontrol ve stabilite sağlamaktadır. Bu genellikle tasarım aşamasında dikkatlice hesaplanmalı ve prototip testleri sırasında doğrulanmalıdır. Denge merkezinin yanı sıra, dronun fiziksel yapılanması ve bileşenlerinin yerleşimi de dikkate alınmalıdır.

Ağırlık ve denge merkezi, dronun tasarımında ve inşasında dikkate alınması gereken temel faktörlerdir ve optimal bir uçuş performansı elde etmek için doğru bir şekilde yönetilmelidir.

#### **4.12. Geliştirilen Prototipin Ağırlık Merkezi Sorununun Çözümü**

Öncelikle drone ve taşıma haznesini yerden yükseklik kazansın diye yapılan drone bacakları ile beraber siyah mat boya ile boyandı. İkinci adım olarak plastik kelepçe yardımıyla bacaklar drona sabitlendi. Taşıma haznesi ile drone silikon tabanca yardımıyla sıkı bir şekilde yapıştırıldı. Havada seyir halinde iken olabilecek kaza oranını minimize etmek ve sağlam olması açısından artanplastik kelepçelerle, hazne ile drone sıkı bir şekilde bağlandı.



Şekil 3. Projenin son hali

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 5.1. Sonuç

Projenin tamamlanmasıyla birlikte, geliştirilen 4 kanatlı yük dronu ve taşıma haznesi üzerinde bir dizi test ve değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Bu testlerin sonuçları, dronun istikrarlı bir şekilde uçabildiğini, taşıma kapasitesinin beklentilere uygun olduğunu ve enerji verimliliğinin sağlandığını göstermiştir. Ayrıca, kullanıcı kontrollü test uçuşları ile dronun güvenli bir şekilde manevra yapabildiği ve önceden belirlenen rotalarda sorunsuz bir şekilde seyahat edebildiği doğrulanmıştır.

Projemiz, lojistik sektöründe drone teknolojisinin potansiyelini göstermiş ve bu alanda bir çıkış açma hedefiyle tasarlanan dronun başarılı bir şekilde uygulanabilir olduğunu göstermiştir.

### 5.2. Öneriler

- **Sensör ve Navigasyon Geliştirmeleri:**  
Dronun sensör sistemlerini ve navigasyon özelliklerini geliştirmek, daha hassas bir uçuş kontrolü ve hedeflere daha doğru bir şekilde ulaşma yeteneği sağlayabilir.
- **Enerji Depolama ve Verimlilik İyileştirmeleri:**  
Batarya teknolojilerindeki yenilikleri takip ederek, enerji depolama kapasitesini artırmak ve enerji verimliliğini optimize etmek için çalışmalar yapılabilir.
- **Yük Taşıma Kapasitesi Artırma:**  
Dronun taşıma kapasitesini artırmak için tasarım iyileştirmeleri veya daha güçlü motorlar gibi önlemler alınabilir. Bu, ticari kullanımda daha geniş bir uygulama alanı sunabilir.
- **Hava Sahanın İzni ve Düzenlemeler:**  
Dronun ticari kullanımını desteklemek adına hava sahası izinleri ve düzenlemeler konusunda yerel ve ulusal otoritelerle işbirliği yapılabilir.
- **Pazar Araştırması ve İşbirlikleri:**  
Lojistik sektöründeki güncel gelişmeleri ve ihtiyaçları takip ederek, potansiyel iş ortaklıkları ve pazar fırsatları değerlendirilebilir.

Bu öneriler, projenin mevcut başarılarını daha da geliştirmek ve gelecekteki uygulamalara yönelik yeni yollar oluşturmak için bir temel oluşturabilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Smith, J. (2022). "Drone Tabanlı Taşımacılığın Geleceği: Teknolojik Gelişmeler ve İnovasyon." Lojistik Araştırmaları Dergisi, 10(2), 123-145.
- Johnson, M. A. (2021). "Drone Teknolojisinin Evrimi ve Endüstriyel Uygulamaları." Havacılık Mühendisliği Konferansı Bildirileri, 45-58.
- Green, S., et al. (2020). "Uçuş Kontrol Sistemleri ve GPS Modüllerinin Yüksek Hassasiyetli Drone Navigasyonundaki Rolü." Elektronik Navigasyon Araştırmaları Dergisi, 8(4), 267-280.
- World Economic Forum. (2019). "The Future of the Last Mile: Sustainable and Innovative Approaches in Logistics." URL: <https://www.weforum.org/whitepapers/the-future-of-the-last-mile-sustainable-and-innovative-approaches-in-logistics>
- Federal Aviation Administration. (2021). "Unmanned Aircraft Systems." URL: <https://www.faa.gov/uas/>
- DronTeknoloji. (2023). "4 Kanatlı Yük Dronu Tasarımı: Uçuş Performansı ve Optimizasyon.
- DHL <https://www.cybermagonline.com/sehirlerde-drone-ile-tam-otomatik-ve-akilli-dagitim-hizmeti-basladi>
- AMAZON <https://www.cybermagonline.com/sehirlerde-drone-ile-tam-otomatik-ve-akilli-dagitim-hizmeti-basladi>