

**Bu kitaba sığmayan
daha neler var!**



Karekodu okutun, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaşın!

ÖDS

**ÖĞRENCİ/ÖĞRETMEN
DESTEK SİSTEMİ**

<https://ods.eba.gov.tr>

- Konu Anlatımlı Ders Videoları
- Soru Çözüm Videoları
- Ders Anlatım Videoları
- Çoktan Seçmeli Sorular



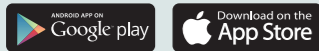
Kişiselleştirilmiş Öğrenme ve Raporlama

Animasyonlar, 3B Modeller, Simülasyon ve Oyunlar

Paylaşım ve İş birliği

Ortak / Özel Takvim

eba
www.eba.gov.tr



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.**

ISBN 978-975-11-7949-4

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik'in 5'inci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

ULAŞTIRMA HİZMETLERİ ALANI DRONE TAŞIMACILIĞI 11-12 DERS MATERYALI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ULAŞTIRMA HİZMETLERİ ALANI

DRONE

DRONE TAŞIMACILIĞI

11-12
DERS MATERYALI



**MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
ULAŞTIRMA HİZMETLERİ ALANI**

DRONE TAŞIMACILIĞI

11-12

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ahmet DAĞLI

Ali Efe ÇINAR

Aslı KAYA

Bilal DURAN

Murat DURALI



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI: 9396
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ: 3056

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir.

Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.



HAZIRLAYANLAR



DİL UZMANI
Mehmet ÖNER

PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI
Ergül SİRKINTI

REHBERLİK UZMANI
Serpil GÜLER

ÖLÇME VE
DEĞERLENDİRME UZMANI
Filiz İSNAÇ

GÖRSEL TASARIM UZMANI
Şükrü Ufuk NAYMAN

ISBN 978-975-11-7949-4

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlahî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerâhamdan İlahî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

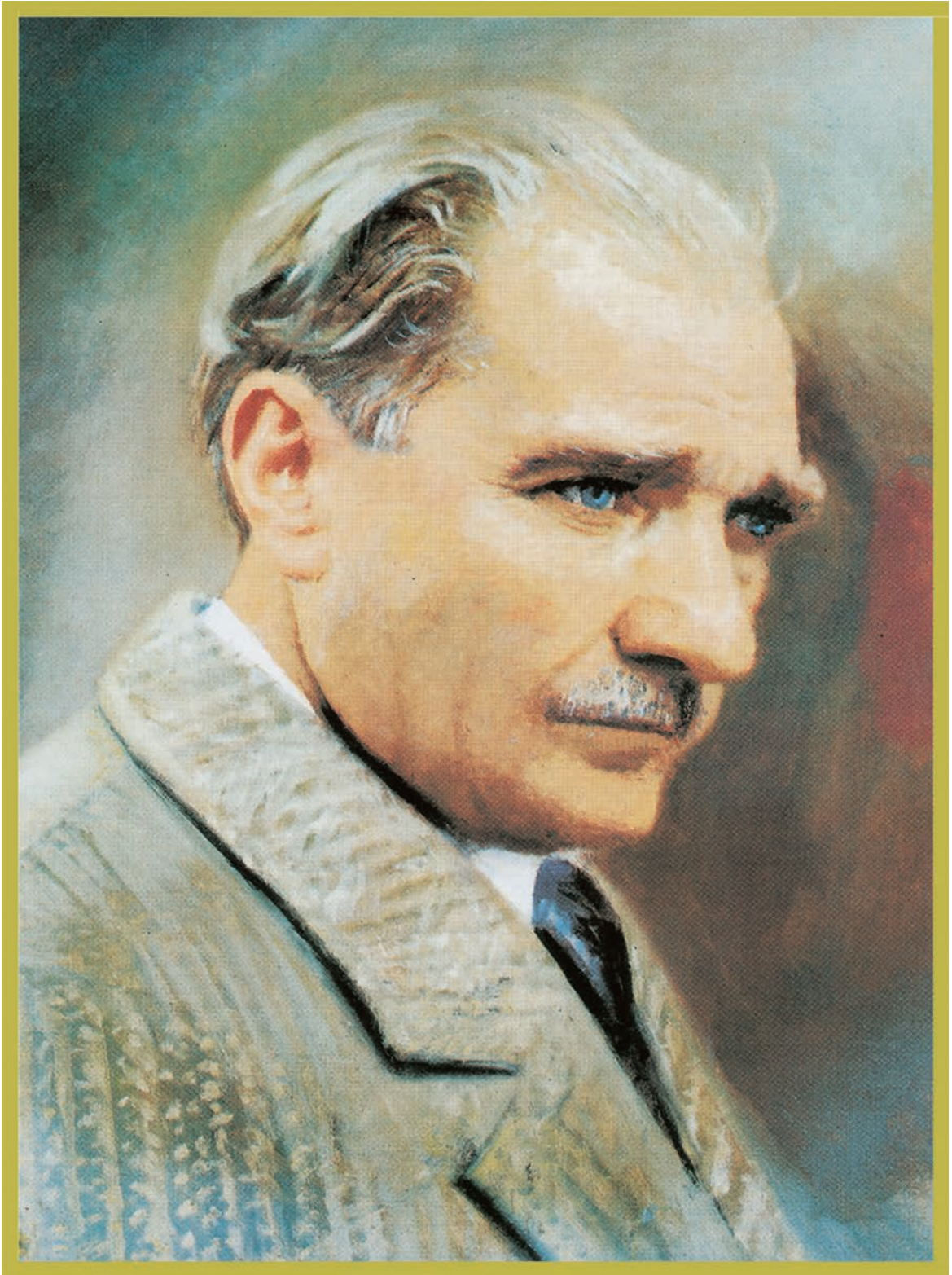
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaît bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 11



| | |
|--|-----------|
| 1. DRONE TAŞIMACILIK FAALİYETLERİ | 14 |
| 1.1. DRONE TAŞIMACILIĞININ TEMEL KAVRAMLARI | 16 |
| 1.1.1. Drone'un Türkiye'deki ve Dünyadaki Terminolojik Kullanımı | 16 |
| 1.1.2. Drone Türleri | 19 |
| 1.1.3. Drone Sistemlerinde Kullanılan Genel Terimler | 21 |
| 1.1.4. Drone'ların Tarihsel Gelişimi | 23 |
| 1.1.5. Drone'ların Çalışma Prensibi | 24 |
| 1.1.5.1. Drone Parçaları | 29 |
| 1.1.6. Drone'ların Kullanım Amaçları | 33 |
| 1.1.7. Drone Kullanımının Avantajları ve Dezavantajları | 34 |
| 1.2. DRONE TAŞIMACILIĞININ YASAL ÇERÇEVESİ | 36 |
| 1.2.1. Drone Taşımacılığıyla İlgili Ulusal Yasal Çerçeve | 38 |
| 1.2.1.1. İHA'nın İthal Teknik Uygunluğu | 39 |
| 1.2.1.2. Zorunlu Teçhizat | 41 |
| 1.2.1.3. Uçuş izni | 41 |
| 1.2.1.4. Özel İzne Tabi Bölgeler | 46 |
| 1.2.1.5. Sorumluluk ve Sigorta | 48 |
| 1.2.1.6. Pilot Lisansı Sınıflandırması ve Gereklilikleri | 49 |
| 1.2.2. Drone Taşımacılığıyla İlgili Uluslararası Yasal Çerçeve | 50 |
| 1.2.2.1. Amerika Birleşik Devletleri Federal Havacılık İdaresi | 51 |
| 1.3. LOJİSTİKTE NESNELERİN İNTERNETİ (İOT) VE UZAY LOJİSTİK OPERASYON İŞLEMLERİ | 59 |
| 1.3.1. Nesnelerin İnterneti Kavramı | 59 |
| 1.3.1.1. İoT Bileşenleri | 60 |
| 1.3.1.2. Lojistik Alanında Nesnelerin İnterneti | 63 |
| 1.3.1.3. Lojistik Alanında Nesnelerin İnternetinin Avantajları | 64 |
| 1.3.1.4. Lojistik Alanında Nesnelerin İnternetinin Dezavantajları | 65 |
| 1.3.1.5. Lojistik İşlemlerde Nesnelerin İnterneti Uygulama Alanları | 66 |
| 1.3.1.6. Nesnelerin İnterneti Vaka Çalışması | 68 |
| 1.3.2. Uzay Lojistiği | 71 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | 73 |





| | |
|---|------------|
| 2. DRONE İLE LOJİSTİK İŞLEMLERİ | 78 |
| 2.1. TEMEL UYGULAMA FAALİYETLERİ | 80 |
| 2.1.1. Drone ile Hava Kargo Taşımacılığı ve Uygulamaları | 81 |
| 2.1.2. Drone'ların Kullanıldığı Sektörler | 82 |
| 2.1.2.1. Askerî Alan | 83 |
| 2.1.2.2. Eğlence ve Medya | 83 |
| 2.1.2.3. Sağlık | 84 |
| 2.1.2.4. Sigorta | 84 |
| 2.1.2.5. İnşaat | 85 |
| 2.1.2.6. Tarım | 85 |
| 2.1.2.7. Enerji | 85 |
| 2.1.2.8. Afet Yönetimi ve Arama Kurtarma | 86 |
| 2.1.2.9. Uzaktan Algılama ve Haritalama | 86 |
| 2.1.2.10. Güvenlik ve Gözetim | 86 |
| 2.1.2.11. Araştırma ve Bilimsel Çalışmalar | 87 |
| 2.1.2.12. Akıllı Şehir | 87 |
| 2.1.2.13. Lojistik | 87 |
| 2.1.3. Drone Taşımacılığının Günümüzdeki ve Gelecekteki Kullanım Durumu | 88 |
| 2.1.4. Endüstri 4.0 Lojistik Uygulamaları | 89 |
| 2.1.4.1. Endüstri 4.0 | 89 |
| 2.1.4.2. Lojistik 4.0 | 90 |
| 2.2. ÜRÜN KABUL İŞLEMLERİ | 94 |
| 2.2.1. Belgelendirme | 94 |
| 2.2.2. Kapsam kontrolü | 95 |
| 2.2.3. Paketleme | 96 |
| 2.2.4. Ücretlendirme | 97 |
| 2.2.5. Kaydetme | 98 |
| 2.2.6. Etiketleme | 99 |
| 2.2.7. Depolama ve Sınıflandırma | 99 |
| 2.3. YÜKLEME VE SEVKİYAT İŞLEMLERİ | 103 |
| 2.3.1. Toplanan Ürünlerin Konsolidasyonu | 105 |
| 2.3.1.1. Drone Taşımacılığında Toplanan Ürünlerin Konsolidasyonu | 106 |
| 2.3.2. Drone Taşımacılığında Yükleme İşlemleri | 109 |
| 2.3.3. Drone Taşımacılığında Yük ve Ağırlık Hesaplaması | 110 |
| 2.3.3.1. Drone'a Yüklenecek Gerekli Yük Ağırlığını Hesaplama | 111 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | 116 |
| TERİMLER SÖZLÜĞÜ | 120 |
| CEVAP ANAHTARLARI | 123 |
| KAYNAKÇA | 126 |

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
ULAŞTIRMA HİZMETLERİ ALANI



DRONE TAŞIMACILIĞI



TAŞIMACILIĞI

Ders materyalinin adını ve logosunu gösterir.

Öğrenme birimi görselini gösterir.

Öğrenme biriminin adını ve numarasını gösterir.



Öğrenme biriminin ana konu başlıklarını gösterir.

Öğrenme birimi tamamlandığında öğrenilecek bilgileri gösterir.

Etkileşimli kitap, video, ses, animasyon, uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşılabilir karekodu gösterir.

Ders materyalinin sayfa numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin temel kavramlarını gösterir.

DRONE TAŞIMACILIĞI Ders Materyali Öğrenme Birimi Kapağı ve Akışı



İzlemek için kodu tarayın.

Karekodların altındaki sayıyı linkin sonuna ekleyerek içeriğe ulaşabilirsiniz.

https://www.eba.gov.tr/c?q=U8402_c82bd4bd

U8402_c82bd4bd



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Kargo taşımacılığında drone kullanımının yaygınlaşması: gönderim süreci, trafik akışlığı, egzoz emisyonları, yakıt tüketimi vb. konularda ne gibi faydalar sağlayabilir? Fikirlerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Göleceğin mesleklerinden biri olarak kabul edilen drone pilotluğu hakkındaki görüşlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
3. Sırcok kuşları ve küçük balık sürüleri bir arada hareket eder. Bu canlılar, büyük gruplar halinde ve son derece hızlı hareket ederken birbirlerine çarpmadan koordine olma başarırlar. Buna göre dış dünyamızda hareket hızı hareket eden yüzlerce drone'un birbine çarpmaması mümkün müdür? Tartışınız.

II. DRONE TAŞIMACILIĞININ TEMEL KAVRAMLARI

Drone, resmi bir ifadıyla **insansız hava aracı (İHA)** veya **uzaktan pilotlu uçak** olarak bilinir. Bu araç, insan kontrolü olmadan otomatik olarak uçabilen veya uzaktan kumanda ile yönlendirilen bir sistemdir. Drone'un bir diğer anlamı da erkek andır. Ayrıca kaynaklarda farklı terimlerle anılan bu araç için **insansız hava aracı, insansız uçak aracı, insansız havacılık aracı, hava robotları** gibi çeşitli isimler

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Konuya dikkat çekmek, bilgi ve becerilere yönelik merak oluşturmak için yapılacak ön çalışmayı gösterir.

6. SIRA SİZDE

<https://iha.dhgm.gov.tr/> internet sitesine girerek Onaylı Eğitim Organizasyonları / Yetkili Eğitim Kuruluşları listelerini inceleyiniz. Bulduğunuzun dışında eğitim veren kuruluşlar varsa verdiğiniz eğitim türlerini araştırarak sunum haline getirerek sınıfta sununuz.

İHA Pilotu Sorumlulukları: İHA pilotu, uçuşun güvenliğini yükümlenmektedir ve uçuşu İHA ile, mal ve teknik kuralın yerine getirilmesinden ayrıca fayda yüklerini yasal çerçevede kullanmasından sorumludur. İHA pilotu, bu sorumlulukları kabul ettirince dair imzaladığı taahhümlerini, uçuş izni başvurusu sırasında açıklar. İHA ve sistemlerinin bakım ve onarımını üreticilerin yayımladığı el kitabına uygun olarak yapmak da İHA pilotunun sorumluluğundadır.

UYGULAMA

<https://iha.dhgm.gov.tr/> internet sitesine girerek sisteme kayıt yapınız. İHA pilotu kayıt başvurusu formuna giriniz. Lisans tipi olarak İHA ya da İHA1 sporları / amatör pilot lisansını seçiniz. Zorluk yetkisi sınavını başlat seçmesine tıklayınız. Gerekli soruları doğru cevaplayarak sertifikanız alınır.

SIRA SİZDE

Öğrenme birimi konularına yönelik öğrencilerden istenen çalışmaları gösterir.

ETKİNLİK

Süre: 80 dk.

Drone Taşımacılığı Mesleki Eğitim Uygulama Gezisi

Drone taşımacılığı alanında faaliyet gösteren işletmelere yönelik mesleki eğitim uygulama gezisi düzenlemek için aşağıdaki etkinlikleri planlayınız. Bu plan, katılımcılara drone taşımacılığı konusunda pratik bilgi ve deneyim kazandırmak amacıyla tasarlanmıştır. Aşağıdaki örnek gezi programı doğrultusunda ders öğretilen eylemlerinizde, işletmelere yönelik mesleki eğitim uygulama gezisi planlayınız. Gezi sırasında deneyim ve bilgi rapor hazırlarak sınıfta paylaşınız.

Amaçlar

- Drone taşımacılığının temel prensiplerini ve uygulamalarını öğrenmek.
- Lojistik sektöründe son teknolojileri ve yenilikleri keşfetmek.
- Drone taşımacılığının lojistik süreçlere olan katkısını anlamak.

Program

1. Karşılama ve Tanışma (15 Dakika)

Katılımcıların karşılaması ve katılımcılara etkinliğin amacı açıklanması. Konuşmalar, etkileşimli sorular, bakışlar ve diğer uygulamalar.

UYGULAMA

Öğrenme birimi uygulamalarını gösterir.

BİLGİ KUTUSU

Ticari drone kullanımıyla ilgili kuralları ve prosedürlerini zaman zaman güncellenebileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle en güncel bilgilere ve yönetmeliklere erişmek için FAAn'nin resmi web sitesini <https://www.faa.gov/xas-düzenli-olarak-kontrol-edinmelidir>.

Pilotların eğitim ve sertifikasyon süreçlerinde elde alınan başarıları havacılık bilgi testi ve yenileme eğitimi, drone pilotlarının uçuş güvenliğinin ve yasal düzenlemelere uyumunu sağlamak için önemlidir.

ETKİNLİK

Öğrenme biriminin pekiştirilmesi ile ilgili etkinlikleri gösterir.

BİLGİ KUTUSU

Konu ile ilgili dikkat çekici bilgilerin yer aldığı bölümü gösterir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde () de boş bırakılan alanlara, cümlede verilen bilgi doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. () İHA, İHAS işletmelerini mümkün olan tüm sistemi tanımlayan geniş bir terimdir.
2. () Otonom İHA'lar, insan müdahalesine ihtiyaç duymadan otomatik olarak uçar.
3. () Drone'un hava robotları, uzaktan pilotlu uçak gibi anlamlarının yanında diğer bir terim anlamı da dışı andır.
4. () NOTAM, uçuş hareketi ile ilgili görevleri havacılık hizmetine ilişkin bilgilerden zamanında haberdar etmek amacıyla hazırlanmış uygun yığıdır.
5. () Drone'ları sadece eğitim amaçlı kullanılması değil başka insanların özel hayatına potansiyel olarak zarar vermesi de bir risk faktörüdür.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Öğrenme biriminin sonunda öğrencinin bireysel kazanımlarının test edildiği bölümü gösterir.

TERİMLER SÖZLÜĞÜ

A-D

ADS-B: Otomatik bağımlı gözetim-yayın. Herhangi bir yer / hava kullanıcısının ihtiyaç duyacağı pozisyon, iz ve yer hız vb. bilgilerin bir yayın modu veya hattı aracılığıyla belli aralıklarla letimini sağlayan gözetim uygulaması.

AGL (above ground level (abov ground level)): Yer yüzeyinden yükseklik. Yeryüzüne göre bulunan enlik or tifa bilgisi.

AIP (Aeronautical information publication (eronatik informasyon pubkeyim)): Havaacik Bilgi Yayını. aksemetrez: İvmeölçer. Drone'un hangi yönde ve hızda uçtuğunu algılayan sensör.

aviyonik: Uçakların içerisinde bulunan elektronik sistemlerin tümü. Uçuş sırasında navigasyon, iletişim, kontrol ve güvenlik gibi işlevleri yerine getirir. Bu sistemler, pilotlara uçuşun durumu hakkında bilgi sağlar ve uçuşun güvenli bir şekilde sona ermesini sağlar.

E-H

EASA (European Union Aviation Safety Agency (Yuropiyn Yuniyim Evriyşyn Seyftü Ecmal)): Avrupa Birliđ Havaacik Emniyetti Ağansı.

ESC (electric speed controller (elektrik speed kontroler)): Elektronik hız kontrol cihazı. Uçuş kontrolcüsünden gelen bilgi ile motorun hızını azaltmaya ve artırmaya yardımcı olur.

EUROCONTROL FPS (Yurakontrol FPS): Avrupa Seyrüsefer Hava Emniyetti Teğkikatı Entegre Uçuş Plan İşleme Sistemi.

FC (flight controller (flayit kontroler)): Uçuş kontrolcüsü.

frışasız (brushless (brapıs)) motor: Elektrik enerjisiyi mekanik enerjiye dönüştüren bir tür elektrik motoru. Bu motorlar, gıvenmesi farklı motorlara kıyasla daha verimli, daha güçlü ve daha az bakım gerektirir. Drone gibi araçlarında, özellikle küçük boyutlarda ve hafif yapıda olanlarda frışasız motorlar sıklıkla tercih edilir.

gimbal (gimbal): Kamerayı ve kamera kaydımlı uçurdeki frışasız motorlar aracılığıyla mikro dengeleme bir yapıarak sabitleyen elektronik dışapleyici.

TERİMLER SÖZLÜĞÜ

Ders materyalinde yer alan terimlerin açıklamalarının yer aldığı sözlüğü gösterir.

CEVAP ANAHTARLARI

CEVAP ANAHTARLARI

Öğrenme birimlerine ait ölçme ve değerlendirme cevaplarını gösterir.

| 1. ÖĞRENME BİRİMİ | | |
|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| A) DOĞRU-YANLIŞ | B) BOŞLUK DOLDURMA | C) ÇOKTAN SEÇMELİ |
| 1. Y B. D 13. | 14A. | 20. E 27. D |
| 2. D B. D 14. | 15. askeri İHA'lar | 21. D 28. A |
| 3. Y 10. Y 15. | 16. izlemi kaliteyi artırır | 22. A 26. E |
| 4. D 11. D 16. | 17. Özel Uçuş İzni Belgesi | 23. C 30. D |
| 5. D 12. Y 17. | 18. nesnelere interneti (IoT) | 24. D 31. A |
| 6. Y 18. | 19. radar sensörü | 25. E 32. C |
| 7. Y 19. | 20. uzay iletişimi | 26. C 33. C |

| 2. ÖĞRENME BİRİMİ | | |
|-------------------|---------------------------|-------------------|
| A) DOĞRU-YANLIŞ | B) BOŞLUK DOLDURMA | C) ÇOKTAN SEÇMELİ |
| 1. Y 10. D 13. | 14. dikey entegrasyon | 22. E 31. B |
| 2. D 11. Y 14. | 15A. | 23. D 32. A |
| 3. D 12. D 16. | 17. özel | 24. D 33. E |
| 4. Y 18. | 19. gözetim kabul formu | 25. C 34. D |
| 5. D 17. | 20. son aşama teslimatı | 26. A |
| 6. Y 18. | 21. güç kaynağı kullanımı | 27. B |
| 7. Y 19. | 22. konsolidasyon | 28. B |
| 8. D 20. | 23. ekipman | 29. D |
| 9. Y 21. | 24. drone | 30. C |

İsmini: Uroka "İşimacılığ ve Uygulanmaları", Journal of Intelligent Transportation Systems & Applications, 5(1), 1-10.
 Ulu, F. ve Tokin, Z. Paralel sarsıcılı drone kullanımı: Geleceğin lojistik teknolojileri. Uluslararası İştihad ve İktisat Bilimleri Kongresi, Kocaeli, Bolu/İzmir ve Antalya, 165.
 Wn, O. ve Yakar, M. (2022). İnsansız hava araçlarının kullanım alanları ve sensör tipleri. Türkiye İştihad ve Hava Araştırma Dergisi, 4(2), 73-100.
 Yılmaz, K. ve Özcan, M. (2016). Uluslararası ve ulusal boyutta özel hıızlılık robotiklerinin yasal çerçevesi. Yılmaz, A.K. (Ed.), Hava Taahhüdünde Uçurde Uçuş Etkileri. Anadolu Üniversitesi Yayını.
 Yardımcı, G. (2018). İnsansız hava araçlarına Türk mevzuatından bir bakış. Journal of Aviation, 3(1), 61-80.
 Yeğen, E. (2019). Uzun menzilli uçurde bir araştırma: Tasarım kriterleri ve tasarım süreci. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Tesisat Uzmanı Tezi.
 Yeşiltepe, R. B. ve Macit, A. (2020). Dünyada ve Türkiye'de drone ekonomisi: Geleceğe yönelik beklentiler. Bilezik Akademik Dergisi, 8(1), 239-251.
 Yılmaz, Ü. ve Kuvvet, D. (2021). Nesnelerin İnterneti teknolojisinin lojistik faaliyetlerindeki uygulama alanları ve verimliliği artırıcı etkileri. Arçelik İştihad Dergisi, 7(4), 76-94. <https://doi.org/10.26805/arselik.1004552>
 *Kaynakça atf sistemi, APA (B.Ö.) yazım kuralları ve kaynak gösterme biçimine göre düzenlenmiştir.

GENEL AĐ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI

Genel Ađ Kaynakçası ve Görsel Kaynakçası'na ulaşılabilecek karekodu ve bağlantı linkini gösterir.

GENEL AĐ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI



<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2575>





1. ÖĞRENME BİRİMİ

DRONE TAŞIMACILIK FAALİYETLERİ



U8402_c82bd4bd

ÖĞRENME BİRİMİ AKIŞI



KONULAR

- 1.1. DRONE TAŞIMACILIĞININ TEMEL KAVRAMLARI
- 1.2. DRONE TAŞIMACILIĞININ YASAL ÇERÇEVESİ
- 1.3. NESNELERİN İNTERNETİ (IOT) VE UZAY LOJİSTİĞİ OPERASYON İŞLEMLERİ

NELER

ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Ulusal ve uluslararası terimlere uygun olarak drone taşımacılığında geçen temel kavramlar
- Ulusal ve uluslararası mevzuata uygun olarak drone taşımacılığının yasal çerçevesi
- Nesnelerin interneti (IoT) kavramı ve uzay lojistiği işlemleri

TEMEL KAVRAMLAR

drone, federal havacılık idaresi, hava kargo, insansız hava aracı, nesnelerin interneti, SHGM, SHT-İHA, uzay lojistiği



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Kargo taşımacılığında drone kullanımının yaygınlaşması; gönderim süresi, trafik sıkışıklığı, egzoz emisyonları, yakıt tüketimi vb. konularda ne gibi faydalar sağlayabilir? Fikirlerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Geleceğin mesleklerinden biri olarak kabul edilen drone pilotluğu veya insansız hava aracı operatörlüğü hakkındaki görüşlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
3. Sığırcık kuşları veya küçük balık sürüleri bir arada hareket eder. Bu canlılar, büyük gruplar hâlinde ve son derece hızlı hareket ederken birbirlerine çarpmadan koordine olmayı başarır. Buna göre düşündüğünüzde havada hızlı hareket eden yüzlerce drone'un birbirine çarpmaması mümkün müdür? Tartışınız.

1.1. DRONE TAŞIMACILIĞININ TEMEL KAVRAMLARI

Drone, resmî bir ifadeyle **insansız hava aracı (İHA)** veya **uzaktan pilotlu uçak** olarak bilinir. Bu araç, insan kontrolü olmadan otomatik olarak uçabilen veya uzaktan kumanda ile yönetilebilen bir sistemdir. Drone'un bir diğer anlamı da **erkek arıdır**. Ayrıca kaynaklarda farklı ifadeyle anılan bu araç için **insansız hava aracı**, **insansız uçak aracı**, **insansız havacılık aracı**, **hava robotları** gibi çeşitli isimler kullanılmıştır. Ancak bu kitapta **drone** ve **İHA** terimleri aynı anlamda kullanılmıştır.

İHA, pilot olmadan çalışan bir hava aracı olarak tanımlanır. Temel olarak İHA, gömülü sistemlerindeki yazılım kontrollü uçuş planları aracılığıyla uzaktan kontrol edilebilen veya otonom olarak uçabilen bir robottur. İHA; ataletsel ölçüm ünitesi (**IMU**), küresel konumlandırma sistemi (**GPS**) gibi çeşitli yerleşik sensörlerle birlikte çalışabilir. Uçağa benzeyen hafif bir hava aracıdır ancak farklı bir şekilde işletilir. Üzerinde bir pilot bulunmaz. İHA'nın hareketi, kontrol yöntemine bağlı olarak farklı şekillerde sağlanır. En gelişmiş durumdaki bir İHA, hiçbir insan müdahalesi gerektirmeden otomatik olarak uçabilir. Diğer bir seçenek ise İHA'nın bir insan tarafından uzaktan kontrol edilerek uçurulmasıdır.

İHA ve İHAS terimleri birbiriyle yakından ilişkilidir ancak aralarındaki farkın belirtilmesi gerekir. İHAS, İHA işlemlerini mümkün kılan tüm sistemi tanımlayan daha geniş bir terimdir. İHAS terimi, Amerika Birleşik Devletleri Federal Havacılık İdaresi (**FAA**) ve Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı (**EASA**) tarafından kullanılmaktadır. Bir İHAS, İHA platformunu içerirken aynı zamanda yer kontrol istasyonu (**GCS**), iletişim, veri bağlantısı, pilotaj, algılama, uçuş planlama ve diğer önemli bileşenlerin işletimi için gerekli olan unsurları da içerir.

1.1.1. Drone'un Türkiye'deki ve Dünyadaki Terminolojik Kullanımı

Türk Dil Kurumu (TDK) tarafından yabancı kökenli **drone** kelimesine Türkçe karşılık bulmak için **arıgözü**, **uçangözü**, **uçan kamera**, **uçarçeker**, **uçurgör** gibi alternatif Türkçe terimler önerilmiştir. Ancak Türkçe olarak tam bir karşılığı henüz bulunamamıştır.

Türkiye'nin sivil havacılık otoritesi olan Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü SHGM, Türk hava sahasında kullanılacak sivil insansız hava araçları hakkında İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı (SHT-İHA) adlı belgeyi 22 Şubat 2016 tarihinde yayımlamıştır. Bu Talimat'a göre İHA, İHAS ve otonom operasyon şu şekilde tanımlanmıştır:

- **İnsansız Hava Aracı (İHA):** Pilot olmadan uzaktan bir İHA operatörü tarafından veya önceden planlanmış otonom operasyonlarla uçurulan, sürekli uçuş yapabilen bir hava aracıdır ve İnsansız Hava Aracı Sistemleri'nin bir parçasıdır.
- **İnsansız Hava Aracı Sistemi (İHAS):** İHA ile kontrol istasyonu, komuta ve kontrol veri bağı, kalkış ve iniş sistemi gibi uçuşun sağlanması için gerekli olan birbirinden ayrı sistem elemanlarının bütünüdür.
- **Otonom Operasyon:** Pilot kontrolü olmadan otomatik uçuş kontrol sistemi ile gerçekleştirilen operasyonlardır.

Montreal, Kanada merkezli olan ve 1947 yılında kurulan Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü ICAO [International Civil Aviation Organization (İntırnaşınıl Sivil Evieyşın Orgınizeyşın)], uluslararası havacılığın düzenlenmesinden sorumlu tek otoritedir. ICAO, 191 ülkenin üye olduğu bir kuruluş olup Türkiye de dâhil olmak üzere bu ülkelerin insansız hava araçları alanındaki çalışmalarına 2000'li yılların başından itibaren başlamıştır. ICAO bünyesinde 2007-2014 yılları arasında faaliyet gösteren İHA Sistemleri Çalışma Grubu, ICAO'nun insansız hava araçları alanındaki çalışmalarının merkezî bir noktası hâline gelmiştir. 2014 yılında İHA Sistemleri Çalışma Grubu kapatılmış ve yerine ICAO Uzaktan Pilotla Kontrol Edilen Hava Aracı Sistemi Paneli (RPAS Panel) kurulmuştur. RPAS El Kitabına göre bazı kavram ve terimler şu şekilde tanımlanmıştır:

- **Uzaktan Pilotla Kontrol Edilen Hava Aracı [Remotely Piloted Aircraft (RPA)]:** Uzak pilot istasyonu ile bir pilot tarafından kontrol edilen İHA'dır.
- **Uzaktan Pilotla Kontrol Edilen Hava Aracı Sistemi [Remotely Piloted Aircraft System (RPAS)]:** Tip tasarımına göre belirlenmiş bir hava aracını ve bu araçla bağlantılı uzak pilot istasyonunu içerir. Sistem, gerekli komutlar ve kontrol verilerinin iletilmesi için kullanılan bağlantıları ve diğer bileşenleri içerir.
- **Otonom Hava Aracı (Autonomous Aircraft):** Uçuş yönetiminde pilot müdahalesine izin vermeden bir İHA'dır. Kendi kendine uçabilen bir hava aracını ifade eder.
- **Uzak Pilot İstasyonu [Remote Pilot Station (RPS)]:** Uzaktan pilotla kontrol edilen hava aracı sisteminin bir parçasıdır ve hava aracının pilot tarafından uzaktan kontrol edilmesi için gerekli ekipmanı içerir.

Avrupa Birliği'nin sivil havacılık otoritesi olan EASA tarafından 7 Aralık 2015 tarihinde yayımlanan "Teknik Nitelikte Görüş: İnsansız Hava Araçlarının İşletimi İçin Düzenleyici Çerçevenin Tanıtılması" adlı belgede İHA uygulamalarıyla ilgili ülkeler tarafından yapılacak düzenlemelere rehberlik edecek öneriler yer almaktadır. Ardından, 22 Ağustos 2016 tarihinde EASA tarafından prototip düzenlemeleri içeren "İnsansız Hava Araçları İşlemleri İçin Prototip Komisyon Yönetmeliği" adlı belge yayımlanmıştır. Bu belgeye göre bazı kavram ve terimler şu şekilde tanımlanmıştır:

- **İnsansız Hava Aracı [Unmanned Aircraft (UA)]:** Üzerinde bir pilot olmadan kullanılan veya kullanılmak için tasarlanan herhangi bir hava aracıdır.
- **Uzak Pilot İstasyonu:** İHA'nın kontrolü için kullanılan ekipmanları içeren İHAS'ın bir unsurudur.

ABD sivil havacılık otoritesi olan FAA tarafından yürütülen uygulamaları düzenleme ve kontrol etmeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. 25 kg (55 libbre) altındaki İHA'ları kapsayan yeni düzenleme 1 Ağustos 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Küçük İnsansız Hava Aracı Sistemlerinin İşletimi ve Sertifikasyonu [Bölüm (Part) 107] adlı yeni düzenlemede İHA şu şekilde tanımlanmıştır:

- **İnsansız Hava Aracı:** İçinde veya üzerinde bulunan bir insanın (pilot) direkt müdahale olasılığı olmadan uçurulan hava aracıdır.

İngiltere Sivil Havacılık Örgütü (CAA), İnsansız Hava Araçlarını "Uzaktan Pilotla Kontrol Edilen Hava Aracı" ve "Otonom Hava Aracı" olarak iki alt kategoriye ayırmaktadır. CAA'nın CAP 722 dokümanına göre tanımlar şu şekildedir:

- **İnsansız Hava Aracı:** Üzerinde insan pilot bulunmaksızın, İHAS'ın bir bileşeni olarak işletilen hava aracıdır. Buna göre bir İHA'nın sahip olması gereken özellikler şunlardır:
 - Aerodinamik aracılığıyla sürekli uçuşa yeteneğine sahiptir.
 - Uzaktan kontrol edilebilir veya otonom operasyon yeteneğine sahiptir.
 - Yeniden kullanılabilir.
 - Güdümlü silah veya mühimmat atma amacıyla tasarlanmış tek seferlik atış yapabilen benzer araçlarla birlikte sınıflandırılmaz.
- **İnsansız Hava Aracı Sistemi:** Bir İHAS; İHA ile uzak pilot istasyonu, haberleşme veri bağı, atma ve kurtarma unsuru gibi uçuşun gerçekleştirilmesi için gerekli olan birbirinden ayrı sistem elemanlarından oluşur. İHAS'ta birden fazla İHA, uzak pilot istasyonu veya atma ve kurtarma unsuru bulunabilir.
- **Otonom Hava Aracı:** Aircraft (eykrift) uçuş yönetiminde pilot müdahalesine izin vermeyen insansız İHA'dır.
- **Uzak Pilot İstasyonu:** Uzaktan pilotla kontrol edilen hava aracının pilot tarafından kontrol edilmesi için gerekli ekipmanı içeren uzaktan pilotla kontrol edilen hava aracı sisteminin ilgili unsurudur.
- **Uzaktan Pilotla Kontrol Edilen Hava Aracı:** Uzak pilot istasyonu ile bir pilot tarafından kontrol edilen İHA'dır.
- **Uzaktan Pilotla Kontrol Edilen Hava Aracı Sistemi:** Uzaktan pilotla kontrol edilen hava aracı; bununla ilişkili uzak pilot istasyonu, gerekli komuta ve kontrol veri bağlantıları ile tip tasarımında belirtilen diğer unsurlardan oluşur.

Tanımlamalardan hareketle bir hava aracının İHA sayılabilmesi için Şema 1.1'deki unsurlara sahip olması gerekmektedir.



1.1.2. Drone Türleri

İHA'lar, çok farklı şekillerde ve amaçlarda tasarlanıp üretilebilir. Bu doğrultuda çeşitli özelliklerine göre sınıflandırılabilir.

- **Tasarım ve Yapısına Göre Sınıflandırma**

| |
|---------------------------|
| Sabit kanat (uçak) |
| Döner kanat (helikopter) |
| Çok rotorlu (multikopter) |
| Havadan hafif (balon) |
| Motorlu parafoil |
| Çırpan kanat |
| Eğilen motor |
| Eğilen kanat |
| Hibrit |

- **Kalkış Yöntemine Göre Sınıflandırma**

| |
|--------------------------|
| Pistten kalkış |
| Dikey kalkış |
| Basınç değişimi |
| Elle atma |
| Fırlatma rampasıyla atma |
| Tüpten atma |

- **İletişim ve Kontrol Sistemine Göre Sınıflandırma**

| |
|--|
| Otonom İHA: İnsan müdahalesine ihtiyaç duymadan otomatik olarak uçabilir. |
| Uzaktan Kumandalı İHA: Operatör tarafından uzaktan kumanda edilir. |

- **Kullanım Amaçlarına Göre Sınıflandırma**

| |
|--|
| Askerî İHA: Savunma, istihbarat, gözetleme ve saldırı amaçları için kullanılır. |
| Sivil İHA: Araştırma, medya, acil durum hizmetleri ve diğer sivil amaçlar için kullanılır. |
| Ticari İHA: Harita oluşturma, fotoğraf ve video çekimi, tarım izleme gibi ticari amaçlar için kullanılır. |

- **Uçuş Süresine Göre Sınıflandırma**

| |
|---|
| Kısa Menzilli İHA: Genellikle 30 dakika veya daha az uçuş süresine sahiptir. |
| Orta Menzilli İHA: Uçuş süresi 30 dakika ile 4 saat arasında değişir. |
| Uzun Menzilli İHA: Daha uzun uçuş sürelerine sahiptir, bazıları günlerce veya haftalarca havada kalabilir. |

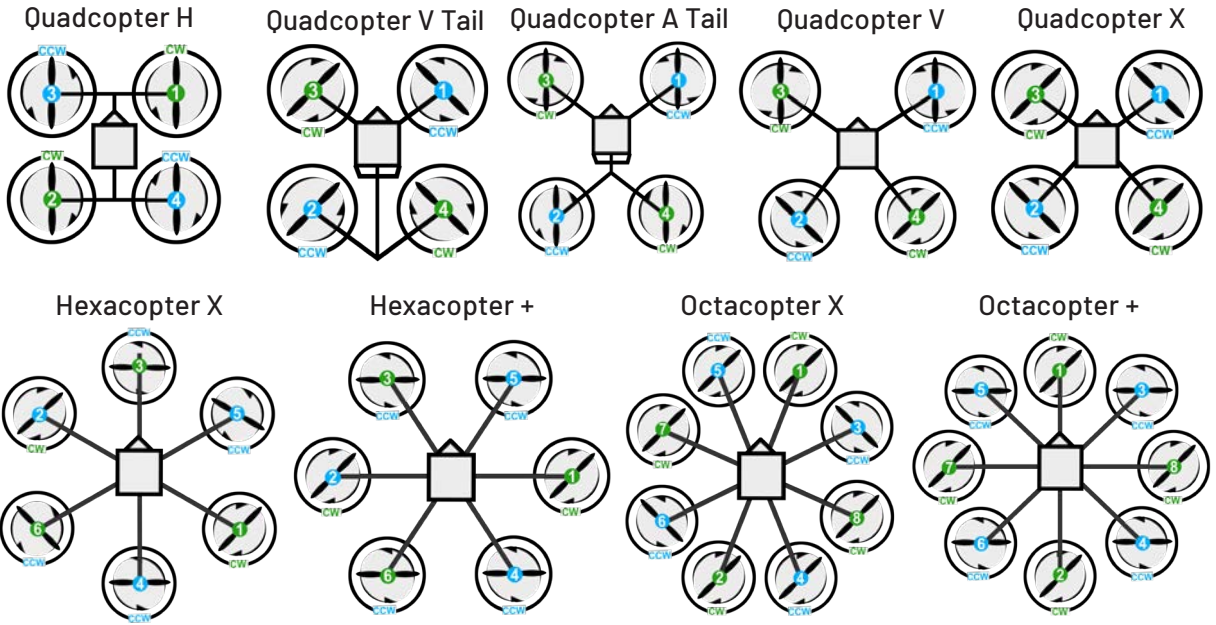
- **Taşıma Kapasitesine Göre Sınıflandırma**

| |
|--|
| Küçük İHA: Genellikle elden fırlatılabilir boyuttadır ve hafif yükler taşıyabilir. |
| Orta İHA: Genellikle ticari ve askerî amaçlar için kullanılır ve orta büyüklükteki yükleri taşıyabilir. |
| Büyük İHA: Genellikle askerî kullanım içindir ve ağır yükleri taşıma kapasitesine sahiptir. |

• Rotor ve Pervane Sayısına Göre Sınıflandırma (Görsel 1.1)

- Bicopter (Bikaptır): 2 pervaneli
- Tricopter (Tirikaptır): 3 pervaneli
- Quadcopter (Kuadkaptır): 4 pervaneli
- Hexacopter (Heksikaptır): 6 pervaneli
- Octacopter (Oktakaptır): 8 pervaneli

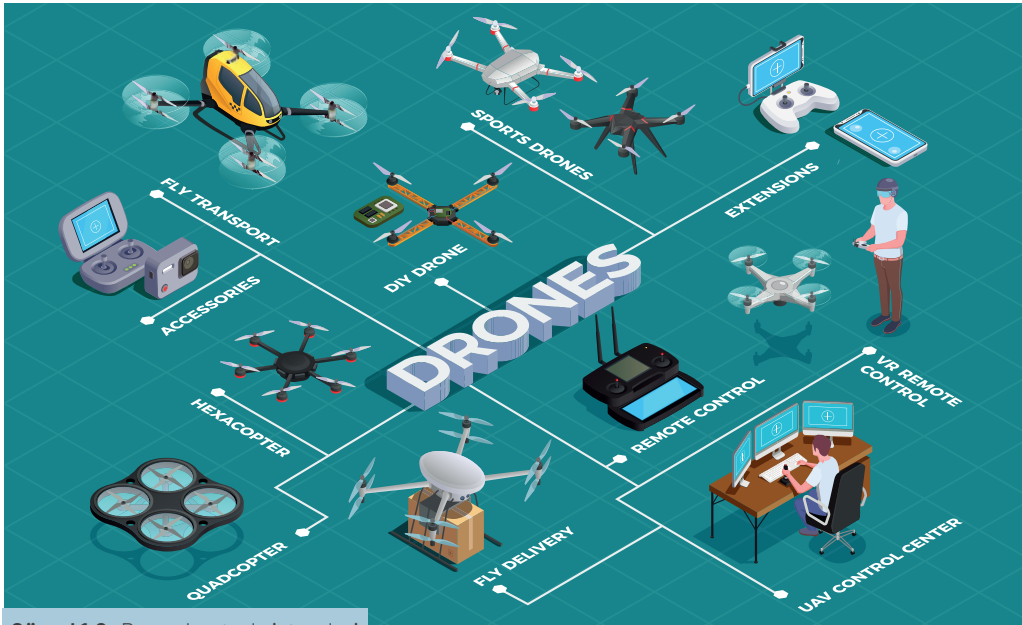
(CCW: Saat yönünün tersine, CW: Saat yönünde)



Görsel 1.1: Drone sınıflandırma

1. SIRA SİZDE

Drone kontrol sistemiyle ilgili Görsel 1.2'de yer alan İngilizce kavramları sınıfta açıklayınız.



Görsel 1.2: Drone kontrol sistemleri



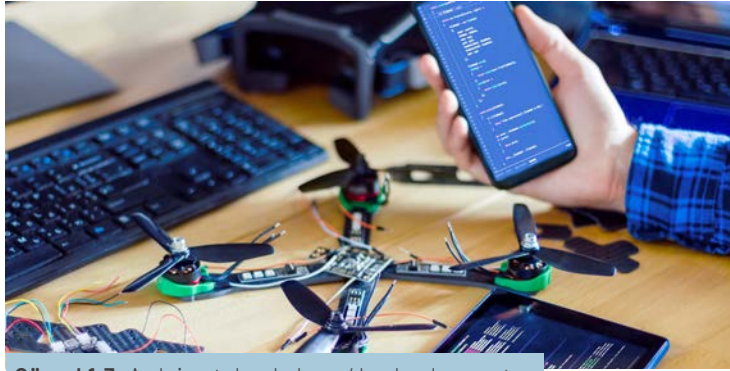
BİLGİ KUTUSU

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün yönetmeliğine göre İHA'ların sınıflandırılmasında temel ölçüt **azami kalkış ağırlığıdır**.

1.1.3. Drone Sistemlerinde Kullanılan Genel Terimler

İHA'lar ve bu tür araçlarla ilgili sistemler hakkında belirli terimler bulunmaktadır. Bu terimler İHA'ların gelişmesiyle beraber her geçen gün değişmekte ve bu terimlere yenileri eklenmektedir. İHA ve İHAS ile ilgili terimlerin bazıları şunlardır:

- **Akselerometre:** Bir kütlenin sahip olduğu ivmeyi ölçmek için kullanılır. Drone'un hangi yönde ve hangi hızda uçtuğunu algılayan sensördür (Görsel 1.3).



Görsel 1.3: Arduino tabanlı drone'da akselerometre

- **Algı ve Sakın:** Üzerinde pilot bulunan bir hava aracında olması beklenen görme ve sakınma işlevine eşdeğer bir şekilde görev yapan, pilota hava aracını ayrıştırma yeteneği kazandırabilecek İHA sisteminin işlevidir.
- **Ayrılmış Hava Sahası:** İHA operasyonu için NOTAM ile yayımlanan sahadır.
- **Devlet İnsansız Hava Aracı:** Devletin askerlik, güvenlik, afet ve acil durumlarda arama kurtarma, istihbarat, gümrük ve orman yangınları ile mücadele hizmetlerinde kullandığı hava araçlarıdır.
- **Faydalı Yük Operatörü:** İHA'nın icra edeceği göreve uygun olarak üzerinde taşıdığı görev sistemlerini kullanan ve izleyen İHA pilotu dışındaki kişidir.
- **Görsel Görüş Hattı (VLOS):** Optik ve / veya elektronik cihazların yardımı olmaksızın ilgili hava sahasında geçerli havacılık kurallarını uygulamak ve hava aracını yönetmek için uzaktaki pilotun hava aracı ile doğrudan görsel temasta kalarak operasyonları gerçekleştirdiği şartları ifade eder.
- **Görüş Hattı Dışı (BLOS):** Operasyon sırasında İHA'yı uzaktan kontrol eden pilota, hava aracı ile sürekli doğrudan görsel teması sürdürme veya kullanılan hava sahasının geçerli kurallarına uyma imkânı tanımayan belirli bir mesafeyi ifade eder.
- **İHA İşleticisi:** İHA veya sistemlerinin sahibi olan gerçek veya tüzel kişidir.
- **İHA Pilotu:** İşletici tarafından uçuşun idaresinden sorumlu olmak üzere tayin edilmiş, uçuş süresince İHA'nın her türlü harekâtında uçuş kontrollerini çalıştıran veya otonom operasyonunu planlayan ve takip eden kişidir.
- **İHA Ekibi:** Bir İHA'nın uçurulması için gerekli olan kontrol istasyonunda yürütülen faaliyetin tamamından sorumlu İHA pilotunu veya görev sorumlusunu, kumanda başındaki İHA pilotunu, faydalı yük operatörünü ve teknisyenlerini, varsa muhabere görevlisi gibi diğer mürettebatı ifade eder.

- **İHA Gözlemcisi:** İHA'yı görsel olarak izleyecek ve uçuşun yürütülmesinde pilota yardımcı olması için işletici tarafından belirlenen kişidir.
- **Özel İzne Tabi (Kırmızı) Bölge:** İlgili kurumlar tarafından tanımlanan ve uçuş yapılması özel izne tabi olan bölgelerdir.
- **Serbest (Yeşil) Bölge:** İlgili kurum ve kuruluşlar tarafından olumlu görüş alınan ve ilgili kurumlarla tekrar koordine gerektirmeyen, İHA kullanıcısı / pilotu tarafından sistem üzerinden yapılacak başvuru ile uygunluğu teyit ettirilen 400 feet (fit) (yeryüzüne göre bulunulan anlık irtifa-AGL) altını kapsayan sahalardır.
- **Uçuşa Yasak Bölge:** İlgili kurum ve kuruluşlar tarafından uçuşa yasaklanan ve uçuş izni talep edilemeyen sahalardır.
- **İzne Tabi Bölge:** Serbest bölge, özel izne tabi bölge ve uçuşa yasak bölge dışında kalan, ilgili kurum / kuruluşlarla yapılacak koordinasyon sonucunda olumlu görüş alınması hâlinde NOTAM yayını ile uçuş gerçekleştirilebilecek sahalardır.
- **Kontrol Bağı:** İHA ile kontrol istasyonu arasında İHA'nın uçurulması için kontrol istasyonundan gönderilen kontrol komutları ile İHA'dan alınan uçuş bilgilerinin kontrol istasyonuna aktarıldığı bağlantıdır.
- **Kontrol İstasyonu:** İHA'yı uzaktan kumanda ederek kullanmak veya otonom görevleri takip etmek, operasyonları süresince ve görüş alanı dışında iken İHA'nın yer ve durumunu izlemek için kullanılan, yerde veya bir platformda bulunan cihaz veya sistemi ifade eder.
- **NOTAM:** Uçuş harekâtı ile ilgili görevlileri havacılık hizmetlerine, kolaylıklarına, yönetimine veya güvenliğine ilişkin olarak uyarıcı bir yayındır.
- **Otonom Operasyon:** Pilot kontrolü olmadan otomatik uçuş kontrol sistemi ile gerçekleştirilen operasyonlardır.
- **Uçuş Planı:** Bir hava aracının planlanan uçuşuna ilişkin bilgileri içeren, ICAO tarafından yayımlanan DOC.4444'e ve / veya EUROCONTROL IFPS kullanıcı el kitabına uygun olarak özel formatta hazırlanmış bilgi formudur.



2. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tanımları terimlerin yanına numaralarını yazarak eşleştiriniz. Her tanım bir terimle eşleşmektedir.

Tanımlar

1. Uçuş süresince İHA'nın her türlü harekâtında uçuş kontrollerini çalıştıran veya otonom operasyonunu planlayan ve takip eden kişidir.
2. İHA kullanıcısı / pilotu tarafından sistem üzerinden yapılacak başvuru ile uygunluğu teyit ettirilen 120 m (400 feet) altını kapsayan sahadır.
3. Drone'un hangi yönde ve hangi hızda uçtuğunu algılayan sensördür.
4. İlgili kurum ve kuruluşlar tarafından uçuşa yasaklanan ve uçuş izni talep edilemeyen sahadır.
5. Özel bir formatta hazırlanmış havacılara uyarı yayınıdır.
6. Bir hava aracının planlanan uçuşuna ilişkin bilgileri içeren bilgi formudur.
7. İHA'yı görsel olarak izleyecek ve uçuşun yürütülmesinde pilota yardımcı olması için işletici tarafından belirlenen kişidir.

Terimler

Uçuşa Yasak Bölge

Uçuş Planı

Nano Drone

Serbest Bölge

İHA Pilotu

İHA Gözlemcisi

Akselerometre

NOTAM

Micro Drone

İHA Ekibi

1.1.4. Drone'ların Tarihsel Gelişimi

Modern havacılığın tarihi, Orville Wright'ın (Orvil Rayt) 1903 yılında gerçekleştirdiği 12 saniyelik uçuşuyla resmî olarak başlamıştır. Ancak İHA'ların gelişimi çok daha eski bir geçmişe sahiptir. İlk olarak genellikle askerî alanda kullanılmış daha sonra ticari kullanımı da giderek artmıştır. Drone'ların tarihsel gelişimini daha iyi anlamak için İHA kavramına geniş kapsamlı odaklanmak gerekir.

Sıcak hava balonları ve patlayıcılar, ilk olarak Fransız Devrimi sırasında askerî keşif için düşmana saldırmak amacıyla kullanılmıştır. İHA'ların kökeni ise İtalya'da Venedik'in Avusturya'ya karşı bağımsızlık mücadelesi verdiği 1849 yılına kadar gider.

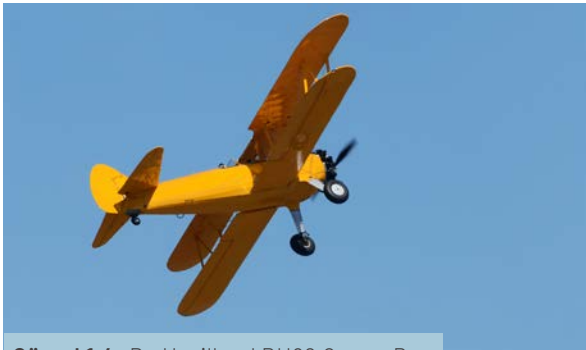
Avusturya askerleri, hidrojen veya helyumla dolu bombalarla donatılmış sıcak hava balonları kullanarak Venedik'e saldırmışlardır. Ayrıca bilgi toplamak amacıyla uçurtmalar da kullanılmıştır. 1883 yılında İngiliz Douglas Archibald (Daglıs Arçibald), uçurtma hattına bir anemometre takarak 1.200 feet yüksekliğe kadar rüzgâr hızını ölçmüştür. Archibald, 1887 yılında kameraları uçurtmalara bağlayarak dünyanın ilk keşif insansız hava araçlarından birini oluşturmuştur. İspanyol-Amerikan Savaşı sırasında William Eddy (Wilyım Edi) uçurtmaları kullanarak yüzlerce fotoğraf çekmiştir. Bu, İHA'ların savaşta ilk kez kullanıldığı olaylardan biridir.

I. Dünya Savaşı sırasında, 1916 yılında Hewitt-Sperry'nin (Hivit Speri) otomatik uçağı geliştirmesi, insansız hava araçlarına olan ilgiyi artırmıştır. 1917 yılında ise Dayton-Wright (Deytin-Rayt) Uçak Şirketi, belirli bir hedefe patlayıcı taşıyan insansız bir hava torpidosu icat etmiştir. Bu gelişmeler, pilot olmadan dengeli ve yönlendirilebilen temel kontrol sistemlerine sahip tam boyutlu uçakların ortaya çıkmasına olanak tanımıştır. İnsanlı uçakların İHA'lara dönüştürülmesi 1920'li ve 1930'lu yıllarda devam etmiştir.

1917 yılında bir motor fabrikasının çalışanı olan Charles Kettering (Çarls Ketiring), ordu için çift kanatlı bir İHA geliştirmiştir. Bu geliştirme süreci yaklaşık üç yıl sürmüştür. **Kettering Hava Torpidosu** olarak adlandırılan bu İHA, daha çok **böcek** olarak bilinmektedir. Böcek, saatte 55 mil hızla yaklaşık 40 mil uçabilen bir hava aracıdır. Bu hava aracı, önceden belirlenmiş hedeflere yönlendirilebilen ve hedefin üzerine geldiğinde kanatlarını çıkarabilecek bir tasarıma sahiptir. Bu tasarım, gövdenin bir bomba gibi yere düşmesine izin vermektedir.

II. Dünya Savaşı sırasında radyo, radar ve televizyon kontrollü birçok bomba geliştirilerek kullanılmıştır. ABD Ordusu, antihava topçularının eğitiminde kullanılmak üzere yaklaşık 15.000 İHA üretmiştir. Soğuk Savaş Dönemi, İHA'ların evrimine önemli katkılarda bulunmuştur.

Drone teriminin ilk kullanımı, 1935 yılında çift kanatlı Birleşik Krallık (İngiltere) uçağının tam boyutlu bir şekilde yeniden tasarlanmasına dayanır (Görsel 1.4). Bu uçak, arka koltukta radyo ve servo ile kontrol edilen sistemlerle donatılmıştır. 1941 yılında kullanılmaya başlanan uçak, eğitimdeki topçular tarafından hedef alınması için genellikle insansız uçarken, konvansiyonel olarak ön koltuktaki pilot tarafından da uçurulabilmektedir. Savaş sahasında kullanılmak üzere İHA'nın dönüştürüldüğü ilk örnek, 1955 yılında MQM-57 versiyonu olarak ortaya çıkmıştır (Görsel 1.5).

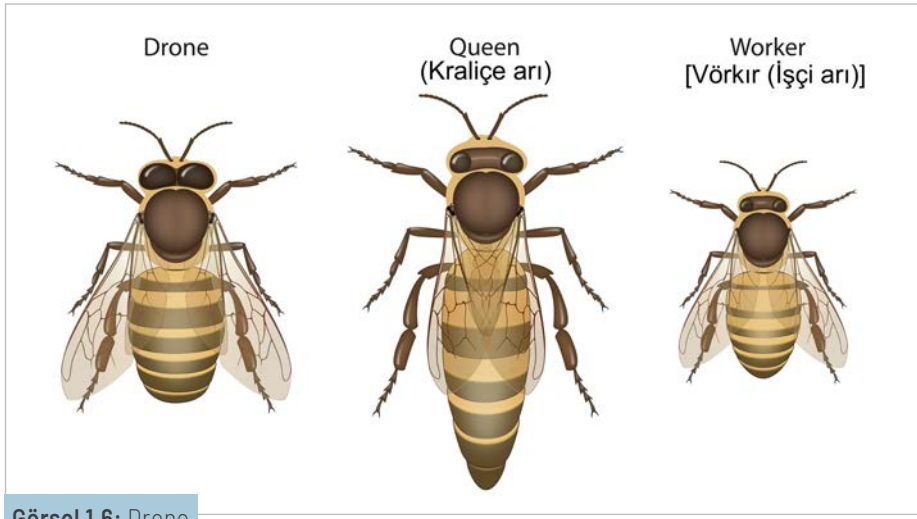


Görsel 1.4: De Havilland DH82 Queen Bee



Görsel 1.5: MQM-57 (Falconer) modeli

ABD Deniz Kuvvetleri, İngilizlerin Queen Bee adlı uçağından esinlenerek yeni başlattığı hedef uçak projesine **drone** (erkek arı) terimini seçmiştir (Görsel 1.6).



Görsel 1.6: Drone

1990'lı yıllarda askerî İHA sektöründe büyük bir büyüme yaşanmıştır. Bu dönemde drone yerine önce **uzaktan pilotla kontrol edilen araç** (RPV) terimi, daha sonra ise **insansız hava aracı** (İHA-UAV) terimi kullanılmaya başlanmıştır. ABD'nin 2010'lu yıllarda özellikle Afganistan, Irak, Pakistan, Somali, Yemen gibi birçok ülkede İHA'larla gerçekleştirdiği silahlı saldırılar, dünya medyasının ve uluslararası toplumun ilgisini çekmiştir. Dünya medyası, bu saldırılarda zarar gören sivilleri vurgulayarak, bu tür sistemleri drone olarak adlandırmış ve bu olayları gündeme taşımıştır.

İHA'lar konusunda öncü adımlar atan ülkelerin başında İngiltere gelir. İngiltere'nin sivil ve ticari İHA faaliyetleriyle ilgili ilk rehber dokümanı olan CAP 722, **İngiltere Hava Sahasında İnsansız Hava Aracı Sistemleri İşletimi-Rehberi**'ni Mayıs 2002'de yayımlamıştır.

Tarih boyunca İHAS'lar genellikle askerî uygulamalarda kullanılmış ve sivil uygulamalar, askerî alandaki başarılarından sonra geliştirme ve test aşamalarında yer almıştır. İHA teknolojisi, askerî açıdan ilgi çekmeye devam etmiş olsa da genellikle yüksek maliyetler ve tam güvenilirlik eksikliği nedeniyle bu teknolojinin operasyonel kullanıma sokulması zor olmuştur.

Casus uçakların düşürülmesine ilişkin endişeler ortaya çıktığında askerî İHA'lar yeniden gözden geçirilmiştir. Askerî İHA'ların kullanım alanı; el ilanlarının hızla dağıtılması, casusluk gibi görevlerle genişlemiştir. İHA'lar; askerî alanda istihbarat toplama, gözetleme, güç koruma, topçu gözlemi, hedef izleme, savaş hasarını değerlendirme, keşif, silahlanma gibi kritik görevlerde önemli bir rol oynamıştır.

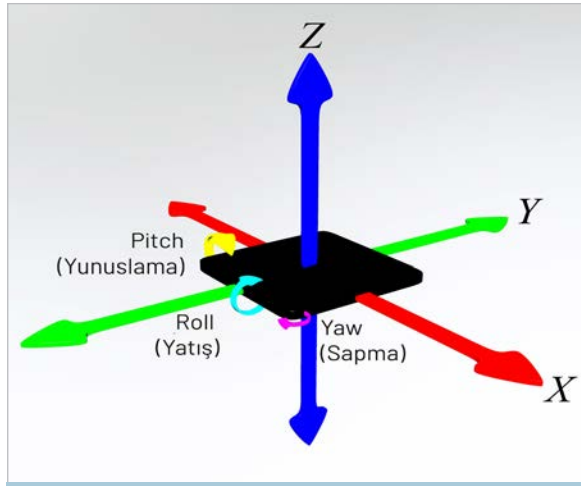
FAA, askerî ve tüketici olmayan İHA uygulamalarının potansiyelini tanıyarak 2006 yılında ilk ticari İHA izinlerini vermiştir. Bu izin, İHA'ları iş girişimlerinde kullanmak isteyen şirketlere veya profesyonellere yeni fırsatlar sunan önemli bir adımdır.

1.1.5. Drone'ların Çalışma Prensibi

İHA'lar zorlu görevleri başarıyla yerine getirme ve uzak bölgelerde yüksek çözünürlüklü görüntüleri destekleme yeteneğine sahiptir. Bu tür İHA'ların uçuş güvenliğini sağlamak ve görev verimliliğini artırmak için aerodinamiklerini anlamak önemlidir. Tipik bir İHA'nın tasarımı; ana gövde, kontrol sistemi, GPS, sensörler, izleme sistemi, veri işleme sistemi, iniş sistemi gibi çeşitli bileşenleri içerir. İç sistem, yolbuldan (navigasyon) veri transferine kadar bir dizi işlevi yerine getirir ve tüm bu bileşenlerin

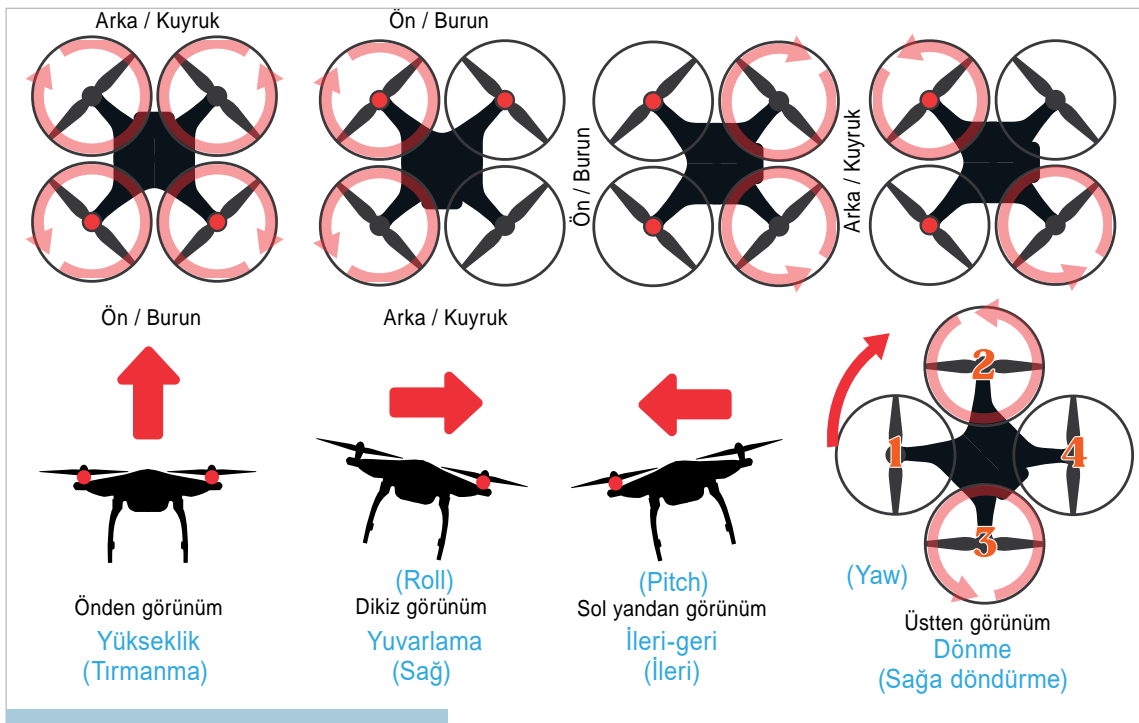
insan müdahalesi olmadan İHA'nın uçuşunu başarıyla yönlendirme zorunluluğu vardır. İHA'lar genellikle yer kontrol istasyonları ile birlikte kullanılır ve bu istasyonlar, dizüstü bilgisayarlar gibi kolayca taşınabilen bileşenler içerir. Bir İHA'nın tüm parçaları ve bileşenleri, sorunsuz ve güvenli bir uçuşun teminatı olarak büyük öneme sahiptir.

Farklı alanlarda uçuş araçlarına artan talep, uçuş güvenliğini sağlamak ve görev verimliliğini artırmak için gelişmiş havacılık tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bir drone veya İHA'nın aerodinamiklerini anlamak için uçuş sırasında kullanılan bazı temel terimlerin bilinmesi gerekir. Bunların arasında sürüklenme, itme, taşıma, yükselme [altitude (alıtud)] ve alçalma [elevation (eliveyşın)], yunuslama [pitch (pîç)], yatış [roll (rol)], sapma [yaw (yo)] gibi terimler bulunur (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Drone'da yunuslama, yatış ve sapma hareketleri

Uçuş sırasında kullanılan temel terimler, İHA'ların konumunu ve yönelimini tanımlar (Görsel 1.8).



Görsel 1.8: Drone eksenleri ve hareketleri

Her hava aracının üzerine etki eden temel kuvvetler, kaldırma, sürüklenme, yer çekimi (ağırlık) ve itme kuvvetleridir (Görsel 1.9).

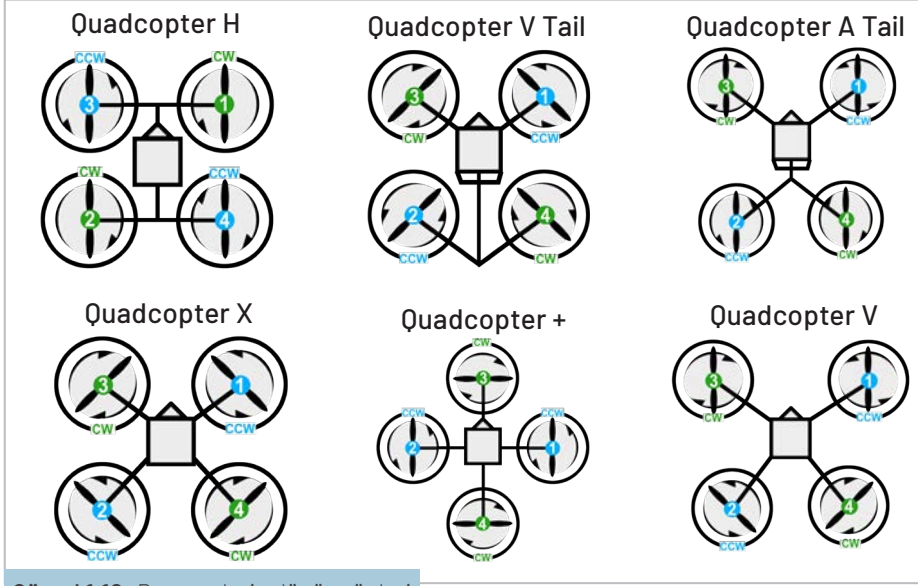


Görsel 1.9: Uçağa etki eden temel kuvvetler

- **Kaldırma:** Hava aracının hareket yönüne dik bir yönde etki eden ve İHA'nın ağırlığına karşı çalışarak İHA'yı havada yukarı doğru kaldırma görevini üstlenen bir kuvvettir. Bu kuvvet, hava aracının kanatları üzerinde bulunan hava basıncındaki farklılıkların sonucunda oluşur. Çok pervaneli İHA'ların pervaneleri, Newton'un (Nüvtin) üçüncü hareket yasası olan etki-tepki ilkesi ve Bernoulli'nin (Bernoulli) prensibi kullanılarak bir kaldırma kuvveti oluşturur. Başarılı bir uçuş için kaldırma kuvveti, İHA'nın ağırlığından daha büyük olmalıdır. Kaldırma; sürüklenme ve dönme momentleri, dinamik basınç, kanat alanı, boyutsuz katsayılar gibi faktörlere dayalı olarak hesaplanır. Bu miktarlar, hava aracının performansını kontrol eden aerodinamik denklemler için temel bir öneme sahiptir.
- **Sürüklenme:** Herhangi bir nesnenin hareketine karşı koyan mekanik kuvvettir. Sürüklenme, hareket yönünün tersine etki eden bir kuvvettir. Bu kuvvet, sürtünme ve hava basıncındaki farklılık nedeniyle uçan bir aracın hızını yavaşlatmaya yöneliktir. İHA'lar hava içinde hareket ettiklerinde **aerodinamik sürüklenme** oluşturur. İHA ile hava arasındaki hız farkı, aerodinamik sürüklenme kuvvetinin oluşturulmasından sorumludur. Bir hava aracının performans tahmini büyük ölçüde sürüklenme kuvvetinin doğru hesaplanmasına dayanır.
- **Yer Çekimi (Ağırlık):** Dünya'nın merkezine doğru aşağı yönlü etkileyen ağırlık kuvvetidir.
- **İtme:** Çok pervaneli hava aracının pervaneleri tarafından üretilen, aerodinamik sürüklenme ile karşıt çalışan kuvvettir. İtme kuvveti hava aracını hareket yönünde ilerletir. Motorlar bir pervane, jet motoru veya roket yardımıyla itme oluşturur. İtme kuvveti sadece İHA'yı yukarı kaldırmaktan sorumlu olmayıp aynı zamanda sürüklenme direncini aşmaya yardımcı olur.

Drone'ların kendilerine özgü bir uçuş prensibi ve aerodinamiği vardır. Örneğin quadcopter adı verilen drone'ların tasarımında dört motor bulunur ve motorlar aynı anda, aynı devirde ve farklı yönlerde döner. Dönen dört motor, drone'un yerden yukarı doğru kalkma hareketini gerçekleştirir. Her bir pervane üzerinde oluşan aerodinamik itiş gücü, quadcopter'ı yukarı taşır. Ayrıca pervaneler, eşit hızda döndüğü için havayı aşağıya doğru iter. İtme kuvveti, drone'un havada kalmasını sağlayan bir tepki yaratır. Prensibi açıklamak için Newton'un üçüncü hareket yasası kullanılır.

Quadcopter'ların motorları saat yönünün tersine veya saat yönünde döner. İki motor saat yönünde dönerken diğer iki motor saat yönünün tersine döner (Görsel 1.10). Bu motorların farklı yönlerde dönmesi, helikopterlerdeki kuyruk rotorunun yerine geçerek quadcopter'in dengeli bir şekilde havada kalmasını sağlar. Görsel 1.10'da yer alan mavi renkteki motorlar saat yönünün tersine hareket ederken yeşil renkteki motorlar ise saat yönünde hareket eder.



Görsel 1.10: Pervanelerin dönüş yönleri

Quadcopter'ların kontrolü için bir kontrol kumandası kullanılır (Görsel 1.11). Drone, kumandanın üzerindeki kollar aracılığıyla manuel olarak hareket ettirilebilir. Başka bir deyişle pilot drone'un istediği yönde gitmesini sağlar. Bu sayede quadcopter istenilen manevraları gerçekleştirebilir. Ancak quadcopter'ların teknolojisi hızla geliştiği için artık bazı görevler ve hareketler drone tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Bu durum, drone'un kendi kendine uçabilme yeteneği olarak kabul edilir.



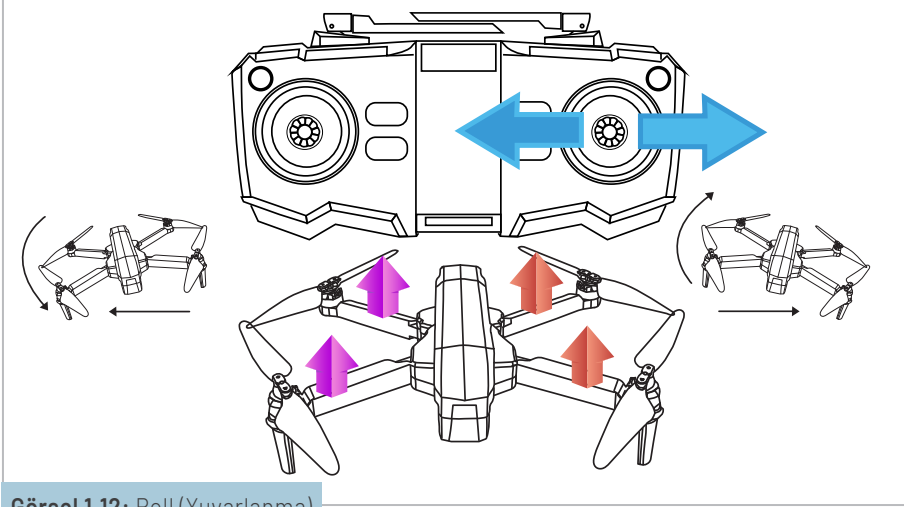
Görsel 1.11: Drone uzaktan kumanda çeşitleri

Quadcopter'lar motorlara verilen güçlerin oranlarına göre üç eksende hareket edebilir. Örneğin aynı yönde dönen pervanelerin hızı arttığında drone kendi ekseninde dönmeye başlar. Drone'un ileri gitmesi için ön ve arka pervanelerin hızları arasındaki dengenin ayarlanması gerekir. Drone'un sağa veya sola gitmesi için ise ilgili yöndeki pervanelerin hızı artırılır.

Drone teknolojisinin daha da geliştiği ve çeşitlendiği günümüzde quadcopter'ların çok yönlü ve hassas bir şekilde hareket edebilmesi önemli bir özelliktir.

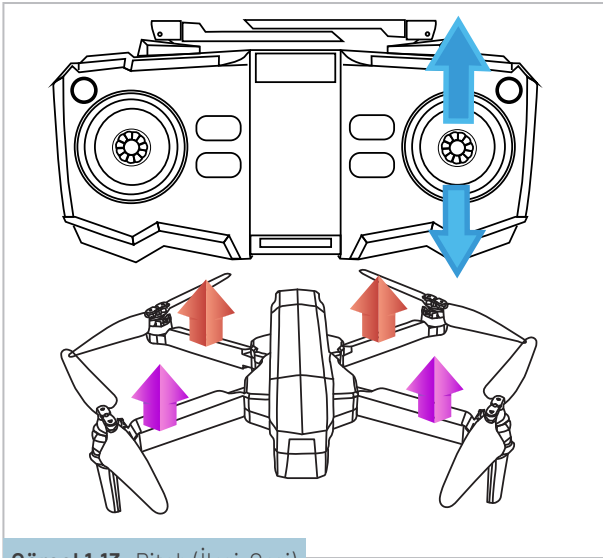
Drone'ların hareket eksenleri; pitch, roll ve yaw olmak üzere üç unsurdan oluşur (Kumanda tuşlarının yeri değişebilir, bunun için bir standart oluşması amacıyla farklı kumanda Mode'ları vardır. Hareket eksenlerine ait kumanda hareketleri Mode 2 tuş standardına göre yapılmıştır.):

- **Roll:** Drone'un önden arkaya giden ekseninde sağa veya sola dönmesi, bu eksen etrafında dönüş hareketini ifade eder. Dönüşü gerçekleştirmek için drone'un döneceği yöndeki motorların hızı azaltılırken karşı taraftaki motorların hızları artırılır. Drone, bu şekilde istenen yönde dönüş yapar ve açısal momentum sabit kalır. Böylece drone dengeli bir şekilde dönüş gerçekleştirir (Görsel 1.12).

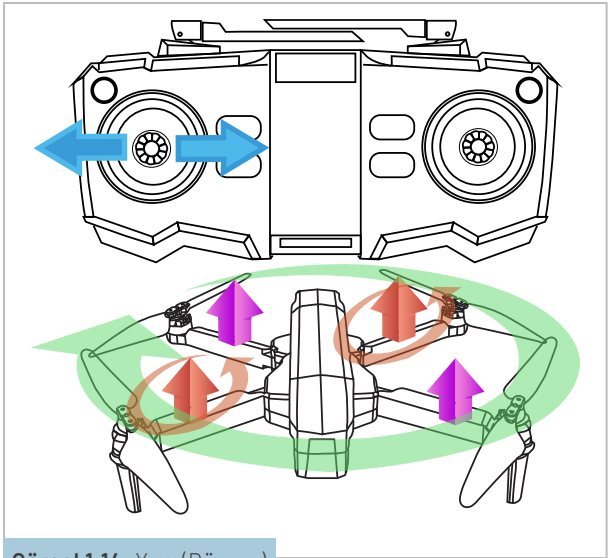


Görsel 1.12: Roll (Yuvarlanma)

- **Pitch:** Drone'un ileri veya geri yönde uçuşması ve istenilen yönde hareket etmesini ifade eder. Bu hareketi gerçekleştirmek için drone'un hareket edeceği yönde bulunan pervaneler yavaşlar, aynı eksenin karşı tarafındaki pervaneler ise hızlanır. Drone, bu sayede net açısal momentumu korur ve istenilen yönde ileri veya geri hareket edebilir (Görsel 1.13).
- **Yaw:** Drone'un kendi eksenini etrafında dönmesi ve yönünü değiştirmesini ifade eder. Saat yönünde veya saat yönünün tersine dönmesini sağlamak için dönme yönünde bulunan pervanelerin hızlarında değişiklikler yapılır. Örneğin drone saat yönünde dönüyorsa saat yönünde dönen pervanelerin hızı artırılır, böylece drone dengeli bir şekilde saat yönünde dönebilir. Bu ayarlamalarla toplam açısal momentum sıfır hâle gelir (Görsel 1.14).



Görsel 1.13: Pitch (İleri-Geri)



Görsel 1.14: Yaw (Dönme)



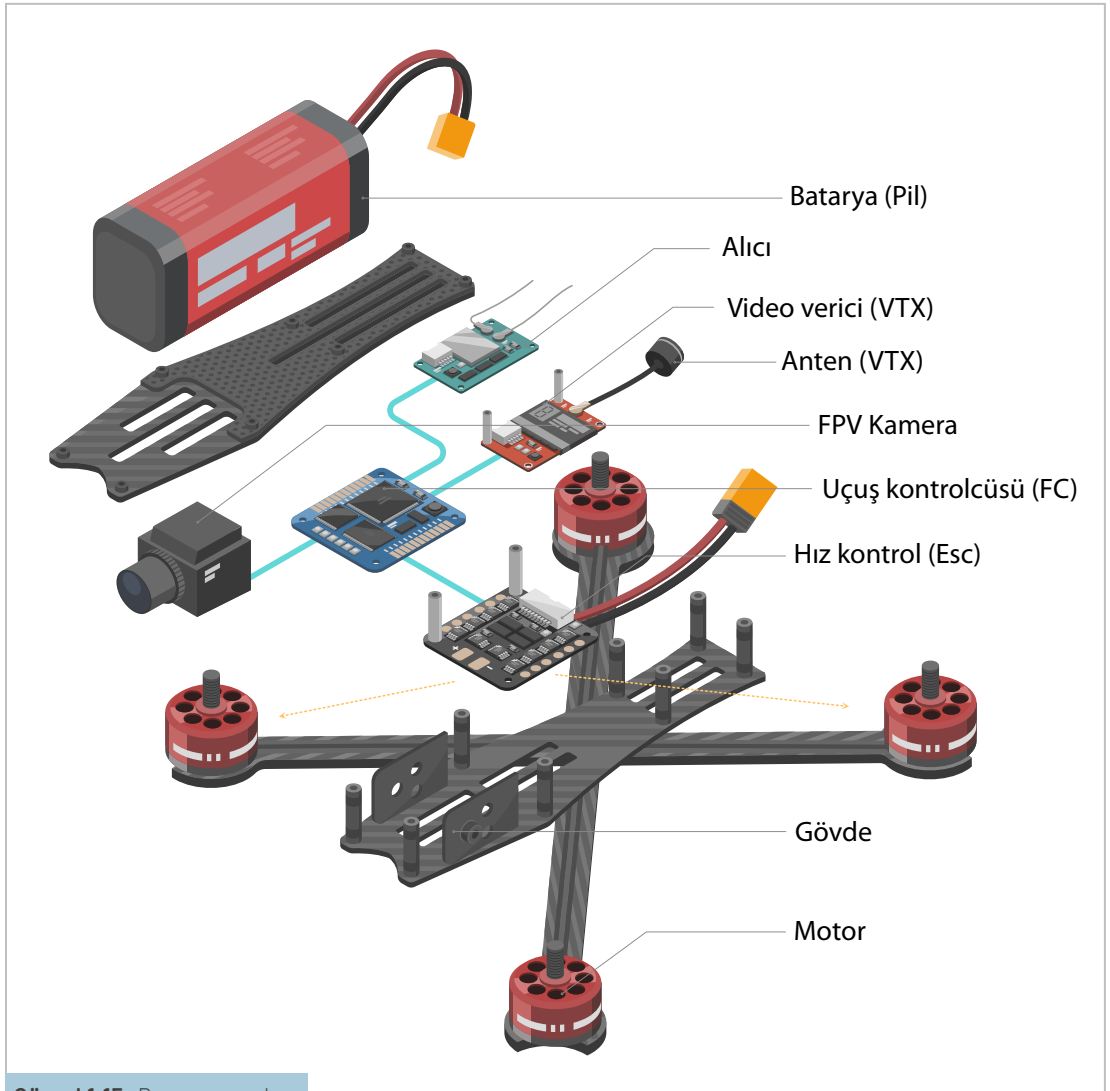
3. SIRA SİZDE

<https://yteblog.bilgem.tubitak.gov.tr/> internet sitesinden yararlanarak drone'ların çalışma prensibi ve parçaları hakkında bir araştırma yapınız. Edindiğiniz bilgilerle bir sunu hazırlayarak sınıfta sununuz.

1.1.5.1. Drone Parçaları

İHA'nın bileşenleri, kalitesini ve türünü tanımlar. İHA donanımı; çerçeve, pervaneler, piller, vericiler ve alıcılar, elektronik hız kontrol cihazları [electronic speed controller (elektronik hız kontrol) (ESC)], motorlar, belirli elektronik cihazlar gibi unsurları içerir. Özgün programlamalar ve donanımı kontrol etmek için arduino (arduyno), raspberry pi (rasbari pi) gibi elektronik modüller kullanılır. Bir İHA'nın çerçevesinin boyutu ve şekli tamamen ihtiyaçlara ve uygulamalara bağlıdır. Motorların, pillerin ve ESC'nin seçimi, İHA'nın taşıma kapasitesine bağlı olarak değişebilir.

Drone'lar temel olarak birkaç ana bileşenden oluşur. Bu bileşenler; çerçeve (gövde), iniş takımı, motorlar, pervaneler, ESC, uçuş kontrolcüsü (flight controller-autopilot) ve GPS alıcısı, kumanda ve alıcı, görüntü aktarım sistemi [first person view (försst pörsın viuv) (FPV)] ve pildir (Görsel 1.15).



Görsel 1.15: Drone parçaları

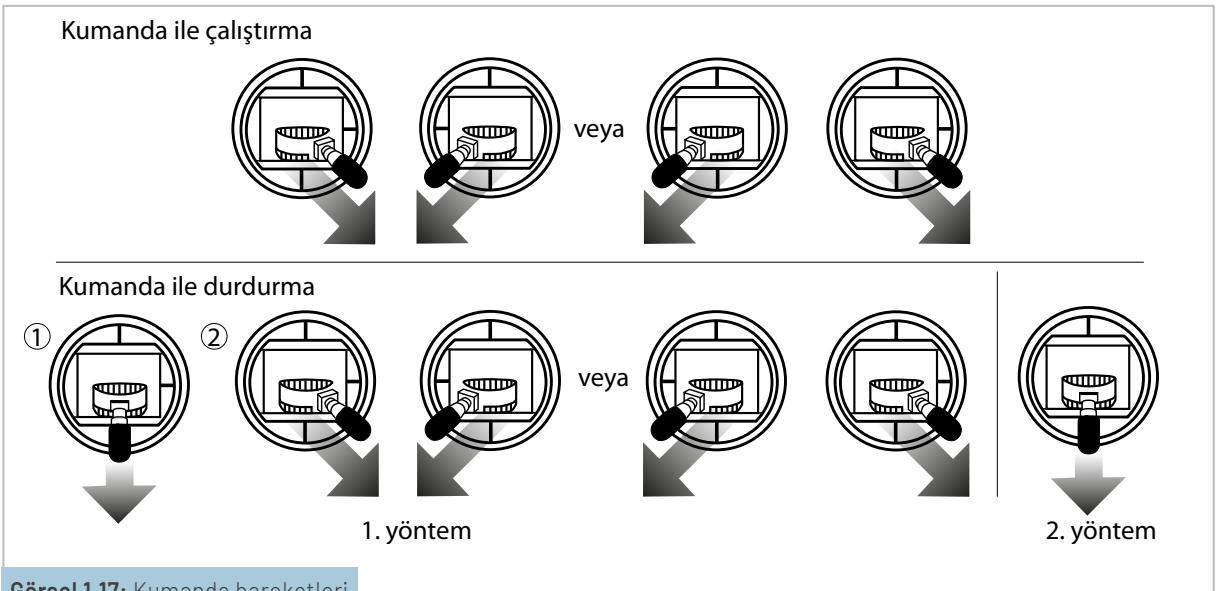
- **GPS:** GPS modülü ve ona entegre olan pusula ile alınan koordinat ve açı bilgilerini telemetri sistemi üzerinden yer kontrol istasyonuna aktararak İHA'nın konumunu belirler.
- **Kumanda:** Multikopter birimleri, komutların iletilip kontrol edildiği cihazlardır. Kumanda ile iletişim kesilse dahi güvenlik önlemleri sayesinde bu birimler düşük kalitede olmamalıdır. Çünkü bu birimler üzerinde bulunan önemli özellikler, örneğin batarya durumu ve irtifa bilgisi vb. okunabilir olmalıdır. Kumanda üzerinde şu özellikler bulunur:
 - **Kanallar:** Hava taşıtında gerçekleştirilebilecek ayrı eylemlerin sayısının belirlenmesinden kanal sayısı sorumludur.
 - **İletim Modları:** Mod 1, Mod 2, Mod 3 ve Mod 4 olmak üzere dört çeşit iletim modu vardır. Görsel 1.16 Mod 2'ye göre gösterilmiştir.



Görsel 1.16: Kumanda çalışma modları

- **Frekans Teknolojisi:** 2,4 Gigahertz [cigahertz (GHz)] en yaygın kullanılan frekanstır. 27 Megahertz (MHz), 72 MHz, 433 MHz, 900 MHz, 1,3 GHz gibi daha düşük frekanslar daha uzun menzile izin verir.

Görsel 1.17, Mod 2'ye göre gösterilmiştir.



Görsel 1.17: Kumanda hareketleri

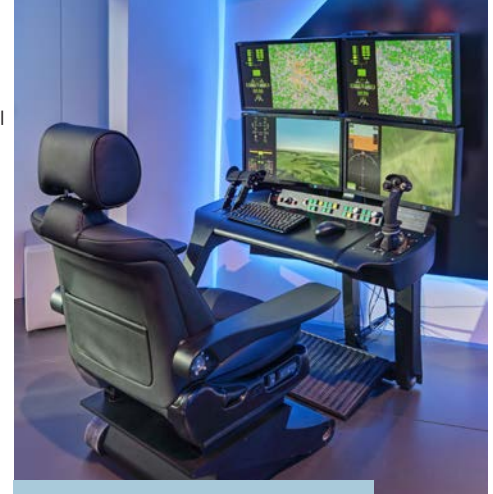
- **Alıcı:** Bir radyo alıcısı; radyo vericisinden komutları alabilen, sinyali uçuş kontrolörü aracılığıyla yorumlayabilen, bu komutların uçağı kontrol eden belirli eylemlere dönüştürüldüğü cihazdır.
- **FPV:** Havadan çekilen görüntünün kablosuz olarak RF (radyo frekans) alıcı-verici sistemler ile yerden canlı olarak izlendiği sistemdir (Görsel 1.18).
- **Gimbal (Gimbıl):** Gimbal modülleri, üstlerinde bulunan iki veya üç düzlemsel motor sayesinde titreşimi ve sarsıntıyı yok etmeye çalışır (Görsel 1.19).
- **ArduPilot:** Çeşitli donanımlar üzerinde çalışarak her türlü insansız aracı kontrol etmek için tasarlanmış bir cihaz yazılımıdır.
- **Yer Kontrol İstasyonu:** Kablosuz telemetri aracılığıyla İHA'yla iletişim kuran, yer tabanlı bir bilgisayarda çalışan yazılım uygulamasıdır. İHA'nın performansı ve konumu hakkında gerçek zamanlı verileri görüntüler (Görsel 1.20).
- **Telemetri Modülü:** İHA'nın sensör bilgilerini yer istasyonuna aktarmak amacıyla kullanılan haberleşme modülüdür. Telemetrinin verdiği bilgiler şunlardır:
 - **Aracın Durumu ile İlgili Bilgiler**
 - Roll-pitch-yaw değerleri
 - Yükseklik
 - Yatay ve dikey hız
 - Batarya durumu
 - Batarya, motor, ESC ve elektronik devre sıcaklıkları
 - Motorların çektiği akım
 - Motor devirleri
 - Radyo sinyal gücü
 - Arıza uyarıları
 - **Aracın Bulunduğu Ortam ile İlgili Verdiği Bilgiler**
 - Aracın konumu (GPS koordinatları)
 - Dış hava sıcaklığı
 - Basınç
 - Rüzgâr
 - Aracın çevresindeki nesnelere yönelik bilgiler
 - Aracın yapacağı görevle ilgili durum



Görsel 1.18: VR (sanal gerçeklik) gözlükle FPV uçuş



Görsel 1.19: Gimbal



Görsel 1.20: Yer kontrol istasyonu

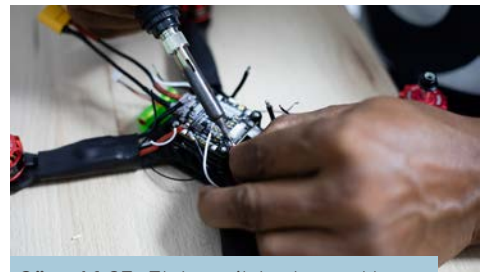
- **Çerçeve / Frame (Frey):** Bir İHA'nın iskeleti ve ana bileşenidir ve diğer tüm parçaların üzerine monte edildiği temel bir yapıdır (Görsel 1.21). Farklı görevler için, örneğin hava çekimleri, büyük çerçeveler, yüksek iniş tekerlekleri ile kameraları yükseğe kaldırmak ve manevra kabiliyetini artırmak için tercih edilebilirken spor hava çekimleri için küçük bir çerçeve daha uygundur. Çerçeve tasarımı, özellikle kameralar gibi ek ağırlıkların eklenmesi durumunda bu ağırlığı kaldırmak için daha uzun pervaneler ve daha güçlü motorların gerekliliği gibi iki karşıt gereklilik arasında bir denge oluşturur. Çerçeve, hava aracının hayati bir parçasıdır. İHA'nın havada uçabilmesi için çerçevesi yeterince hafif olmalıdır ancak çerçeve bileşenlere destek sağlamalı ve küçük bir çarpışmada dahi kolayca kırılmamalıdır. İHA'lar kendi uçuş dinamiklerine sahip olduğundan çerçeve tasarımında yapısal bütünlüğe önem verilmelidir. Çerçeve; basit, hafif, aerodinamik olarak verimli ve istikrarlı bir platform olmalı ve aviyonik bileşenler için sınırlı alan sunmalıdır. Çerçevenin şekli, en az aerodinamik dirence sahip olacak şekilde düzgün bir geometri sunmalıdır.
- **Motorlar:** Pervanelerin dönmesi ve uçuş için gereken itme kuvveti, farklı türde motorlar aracılığıyla sağlanır. Bu motorlar genellikle iki temel tipe ayrılır: fırçalı ve fırçasız motorlar. Fırçasız motorlar, yapı bakımından fırçalı motorlara benzese de daha verimli bir şekilde çalışır. Aynı giriş gücü uygulandığında elektrik enerjisini mekanik güce daha etkili bir şekilde dönüştürme yeteneğine sahiptir (Görsel 1.22).
- **Kontrol Kartı (Uçuş Kontrolcüsü):** Drone'un temel bileşenlerinden biridir. Özel sensörler içerir. Bu sensörler arasında ivmeölçer, altimetre, barometre gibi özel sensörler bulunur. Uçuş kontrolcüsü, drone'un kumandadan alınan komutlara göre en istikrarlı şekilde uçmasını sağlar ve bu nedenle drone'lar için kritik bir rol oynar. Çeşitli kartlardan, sensörlerden ve alıcılardan gelen sinyalleri alır ve bu sinyalleri drone'un istenilen eylemlerine dönüştürerek uygular. Bu sayede drone'un uçuşu düzenli ve istenilen şekilde kontrol edilebilir.
- **ESC:** Drone sistemi üzerindeki en önemli parçalardan biridir. Uçuş kontrol kartından gelen bilgiye göre motorların hızını artırıp azaltarak kontrol eden cihazdır (Görsel 1.23). Her bir motor kendi ESC bağlantısına sahiptir. İstatistiksel olarak en çok kazaya neden olan parçadır. Profesyonel sistemlerde kaliteli ve yüksek amper değerli ESC'ler kullanılmalıdır.
- **Pervane:** Drone pervaneleri (kanatlar); farklı şekil, boyut ve malzemelerle tasarlanabilir. Bu çeşitliliğe rağmen tüm pervaneler, drone'nun havada kalmasını sağlama görevini üstlenir. Pervaneler, bir drone'un uçuş stabilitesini sağlamak ve yönlendirmek için temel bir bileşeni oluşturur (Görsel 1.24).



Görsel 1.21: Drone çerçevesi



Görsel 1.22: Fırçasız drone motoru



Görsel 1.23: Elektronik hız kontrol kartı



Görsel 1.24: Drone pervaneleri

- **Sensörler:** Fiziksel çevreden gelen belirli bir girişi algılayan ve buna tepki veren cihazlardır. Fiziksel verileri elektronik verilere dönüştürür. Bu giriş; ışık, sıcaklık, hareket, nem, basınç veya diğer çeşitli çevresel olaylar gibi bir dizi farklı çevresel olguyu içerebilir. İHA'lara ivmeölçer, jiroskop sensörü, manyetometre, barometre, ataletsel ölçüm ünitesi (IMU), LiDAR (ışık algılama ve mesafe ölçme), RADAR, lazer mesafeölçer, ultrasonik, uçuş süresi (ToF), termal ve kimyasal sensörleri ile GPS monte edilebilir.



BİLGİ KUTUSU

Jiroskop [gyro / gyroscope (cayro / cayriskop)] (Görsel 1.25), dönen bir çark veya disk şeklinde olan ve dönme eksenini etrafında özgürce dönebilen bir mekanizmadır. Bu dönme esnasında açısal hız ve dengenin korunmasına bağlı olarak kendi eksenini etrafında herhangi bir yöne yönelme eğiliminde bulunmaz veya dış etkenlerden etkilenmez. Bu özellik, yönlendirmenin ölçülmesi veya sağlanması gereken durumlarda jiroskopların kullanılmasını sağlar. Ayrıca havacılık alanında, manyetik pusulanın işlevsiz olduğu durumlarda jiroskoplar kullanılır. Örneğin radyo kontrollü helikopterler, insansız hava araçları gibi uçan araçların oryantasyonunu koruma ve ölçme amacıyla jiroskoplar tercih edilir.



Görsel 1.25: Jiroskop

1.1.6. Drone'ların Kullanım Amaçları

Drone'lar, çeşitli amaçlar için kullanılan çok yönlü araçlardır. Drone'ların kullanım alanları hızla genişlemekte ve teknolojileri geliştikçe yeni amaçlar için de kullanılmaya devam etmektedir. Ancak drone kullanımının yerel düzenlemelere ve yasalara uygun olması önemlidir çünkü gizlilik, güvenlik, hava sahası düzenlemeleri gibi konularda bazı endişeleri beraberinde getirebilir.

Drone'lar kullanım amaçlarına göre farklı alanlarda kullanılmaktadır. Kullanım kolaylığı ve ekonomik açıdan erişilebilir olması nedeniyle hobi amaçlı işlerden ticari ve askerî amaçlı yapılan işlere kadar oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Genellikle havadan görüntüleme ve keşif amacıyla yaygın olarak kullanılan drone'lar aynı zamanda veri iletimi, toplama, taşıma, saldırı, ilaçlama gibi çeşitli amaçlar için kullanılır.

Yüksek kapasiteli, uzun ömürlü bataryaların kullanımıyla birlikte drone'lar; taşıma işlerinde de etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle acil gönderilerin taşınması ve hafif kargoların son adım teslimatında kargo firmaları ile e-ticaret şirketleri tarafından tercih edilmektedir. Ayrıca ticari gönderilerin, askerî malzemelerin, afet sonrasında ilk yardım malzemelerinin, arama kurtarma ekipmanının, tıbbi malzemelerin ve kan örneklerinin taşınması ve dağıtılması işlerinde de drone kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Drone'lar şu amaçlarla kullanılır:

- Fotoğraf ve video çekimi
- Haritalama ve uzaktan algılama
- Tarım
- Drone yarışları
- Güvenlik ve gözetim
- İnşaat ve altyapı yönetimi
- Teslimat ve lojistik
- Kurtarma operasyonları
- Eğitim, araştırma ve bilimsel çalışmalar
- Madencilik ve maden izleme
- Telekomünikasyon altyapısı izleme
- Denizcilik ve okyanus keşfi
- Yangın söndürme ve orman izleme
- Sinema ve televizyon prodüksiyonu
- Deniz taşımacılığı ve balıkçılık
- Enerji izleme
- Arama ve kurtarma

1.1.7. Drone Kullanımının Avantajları ve Dezavantajları

Drone taşımacılığının avantajları ve dezavantajları, kullanım senaryolarına ve uygulama alanlarına bağlı olarak değişebilir. İlerleyen teknoloji ve düzenlemelerle birlikte drone taşımacılığı avantajlarını daha da artırabilirken dezavantajları minimize etmek için çalışmalar devam etmektedir.

Drone Kullanımının Avantajları

Drone'lar; birçok sivil uygulamada avantajlar sunarak uzak ve tehlikeli bölgelere erişimi hızlandırma, sensör hareketliliği, izleme, veri toplama hızı gibi faydalar sağlar. Zorlu arazi koşullarına sahip bölgelerde orman yangınları gibi durumların izlenmesinde büyük öneme sahiptir. Bu nedenle risk yönetimi açısından tercih edilen bir teknoloji olarak kabul edilir. Özellikle doğal afetlerde, sahaya erişimin zor olduğu ve acil veri toplamanın gerektiği durumlarda temel bir veri toplama aracı olarak hizmet verir. Böylece personel, seyahat ve saha lojistiği maliyetlerini azaltarak ekonomik avantajlar sunar. Gelecekte yapay denetimi ile karşılaştırıldığında daha uygun maliyetli, daha hızlı ve güvenli bir alternatif olarak öne çıkar.

Malzeme ve ilaç taşıma ihtiyacı, drone'lara olan talebi artırmaktadır. Özellikle sağlık sektöründe İHA'ların potansiyel faydaları oldukça geniştir. İHA'lar, hayat kurtaran tıbbi malzemelerin zor erişilen topluluklara ulaştırılmasına imkân sağlar. Bu teknoloji, sağlık çalışanlarının düzenli ziyaretinin olmadığı ve malzeme teslimatının sınırlı olduğu kırsal bölgelerde, acil olmayan ürünlerin teslimatında kullanılabilir. Sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesine tepki süresini önemli ölçüde azaltarak katkıda bulunabilir. Drone'lar, tedarik zinciri performansının artırılması yoluyla halk sağlığına anlamlı katkılar sunabilir.

Drone'lar, birçok özelliğin tahribatsız ve hassas ölçümünü yapma fırsatı sunar. Uzaktan ve doğru bir şekilde iş ölçümü ve iş sertifikasyonu sağlar. Bu da saha denetimi, sivil araştırma, ölçüm gibi uygulamalarda önemlidir. Saha araştırma, inşaat izleme, üç boyutlu haritalama gibi alanlarda drone kullanımı; arazinin daha detaylı bir şekilde görselleştirilmesini sağlayarak ölçüm doğruluğunu önemli ölçüde artırabilir.

Drone'lar, tercihe göre konuşlandırılabilir ve uçuş parametreleri yüksek çözünürlüklü görüntüler elde etmek için ayarlanabilir. Bu nedenle ulaşım, şehir planlaması, ürünlerin sınıflandırılması, verim tahmini gibi ayrıntılı bilgi gerektiren çoklu uygulamalar ve mekânsal veri toplamak için etkili bir yöntem sunar. Geniş alanlarda yüksek kaliteli veri toplamak ve bu verileri yer tabanlı sistemlere göre daha az maliyetle etkili ve hızlı bir şekilde iletmek için uygun bir teknolojidir.

Drone'ların diğer bir avantajı düşük enerji tüketimidir. Özellikle küçük drone'larda enerji kaynağı olarak yakıt ya da batarya kullanılır. Drone'lar, uçurulmaları için gereken enerji miktarı genellikle düşük olduğu için drone teknolojisinin geniş çapta kabul görmesine katkıda bulunur. Ayrıca insanlı hava araçlarına göre daha küçük olan drone'lar, daha kolay ve uygun maliyetle depolanabilir ve taşınabilir.

Drone taşımacılığının avantajları kısaca şu şekilde verilebilir:

- a) **Hızlı Teslimat:** Drone'lar, özellikle acil tıbbi malzemeler, ilaçlar veya önemli belgeler gibi hızlı teslimat gerektiren durumlarda çok hızlı olabilir. Trafikte engele uğramadan hedefe doğrudan ulaşabilir. Teslimat sürelerinin esnek olması ve bilgi akışının müşteriler tarafından da izlenebilir olması, müşteri memnuniyetini artırır.
- b) **Uzak ve Erişilmesi Zor Yerlere Erişim:** Drone'lar, kara taşımacılığının veya hava ulaşımının zor olduğu dağ, ormanlık, ada veya felaket bölgelerine kolayca erişebilir. Lojistik faaliyetlerde dağıtım ağını genişletme ve teslimat süresini kısaltma konularında önemli katkılar sağlar. Trafik sorununun olmaması ve çoğu engelle karşılaşmaması, drone'ların genellikle sabit bir hızda ve duraksamadan yol almasına olanak tanır. Bu nedenle drone'lar; kapalı veya yoğun trafikli yollara, ulaşılması zor bölgelere ulaşım kolaylığı sunar.

- c) Düşük Maliyetler:** Drone taşımacılığı, geleneksel kara veya hava taşımacılığına göre genellikle daha düşük işletme maliyetine sahiptir. Düşük yakıt tüketimi, düşük personel maliyeti ve daha az altyapı gereksinimi drone'ları cazip kılar. Örneğin hangar masrafı ve insana bağlı yorgunluk ve çalışma saati sınırlamaları yoktur. Ayrıca insanlı hava araçlarında bulunması gereken sıcaklık veya basınç gibi ayarlamalara gerek yoktur.
- ç) Çevre Dostu:** Drone'lar genellikle elektrikle çalışır. Drone'ların karbon emisyonları ve gürültü seviyeleri düşüktür. Bu da çevre dostu bir taşıma seçeneği olmalarını sağlar.
- d) Hava Trafik Yönetimi Düzenlemeleri:** Drone taşımacılığı için özel hava trafik yönetimi düzenlemeleri geliştirilmektedir. Bu durum, hava trafiğinin yönetimini ve güvenliğini sağlamada yardımcı olur. Geleneksel araçlar genellikle sabit ve tek yönlü yolları kullanırken drone'lar üç boyutta hareket edebilme yeteneğine sahiptir. Bu nedenle drone'lar, iki nokta arasındaki mesafeyi ve süreyi kısaltmak için daha düz bir rota izleyebilir.

Drone Kullanımının Dezavantajları

Drone'ların dezavantajı; düşük manevra kabiliyeti, düşük işletme hızı, saldırılara karşı savunmasızlık, siber veya iletişim bağlantı saldırılarına uğraması veya veri bağlantı kaybı, sınırlı alan, kapsamı büyük veriyi işlemek için karmaşık bir analiz sistemine ihtiyaç duyulması gibi faktörleri içerir. Başka bir sorun ise güvenliğe ilişkindir. Uygun şekilde eğitilmiş operatörler tarafından işletilmeyen drone'ların başarısız olma olasılığı artar ve bu durum ölümcül kazalara yol açabilir. Bu nedenle drone'ların özel taraflar ve kamu tarafından kullanılması sırasında güvenlik ve gizlilik endişesi göz önünde bulundurulmalıdır. Yapılacak düzenlemeler drone'ların kullanım sınırlarını netleştirmeli ve güvenli koşullar altında uçuşmasını sağlamalıdır.

Drone taşımacılığının dezavantajları kısaca şu şekilde verilebilir:

- a) Düzenlemeler ve Kısıtlamalar:** Drone taşımacılığı, karmaşık ve katı düzenlemelere tabidir. Uçuş yasak bölgeler, izin gereksinimleri ve hava trafik yönetimi zorlukları operasyonları kısıtlayabilir. Örneğin ABD'nin yasal düzenlemelerine göre drone'ların gece uçuş yapması yasaktır ve 160 km/saat hız sınırı bulunmaktadır.
- b) Batarya Ömrü:** Drone'ların genellikle sınırlı batarya ömürleri vardır. Bu da drone'ların uçuş süresini ve menzilini sınırlar.
- c) Hava Koşulları Etkisi:** Hava koşulları, drone uçuşları üzerinde büyük etkilere sahiptir. Rüzgâr, yağmur, kar gibi hava koşulları uçuşları engelleyebilir veya risk oluşturabilir.
- ç) Güvenlik Endişeleri:** Drone'lar, hava sahasında diğer hava taşıtları veya insanlarla çarpışma riski taşır. Güvenlik önlemleri ve güvenli uçuş kuralları büyük bir öneme sahiptir. Drone güvenliği ve veri güvenliği ile ilgili bazı problemler söz konusu olabilmektedir. Drone'ların siber ve fiziksel saldırılarda kullanılması hem kamuya hem de özel sektöre yönelik potansiyel riskler taşımaktadır. Drone'lar tarafından toplanan verilerin ele geçirilmesi durumunda, örneğin kişisel verilerin izinsiz bir şekilde ticari kuruluşlara satılması veya sosyal medya platformlarında yayımlanması sonucunda, bireylerin kişisel özgürlüklerinin ihlal edilme riski bulunmaktadır.
- d) Yük Kapasitesi Sınırlamaları:** Drone'ların taşıyabileceği yük miktarı sınırlıdır. Bu durum, büyük kargo taşımacılığı için sınırlıdır ve drone'lar geleneksel nakliyat yöntemlerine göre daha düşük yük kapasitesine sahiptir.
- e) Hava Trafik Yönetimi:** Drone'lar, hava trafiği yönetimi için özel düzenlemeler ve altyapı gerektirir. Karmaşık hava trafik sistemi, drone'ların güvenli uçuşlarını sağlamak için geliştirilmelidir.

- f) **Kişisel Verilerin Korunması:** Drone'ların kişisel gizliliğe ciddi bir tehdit oluşturduğu düşünülmektedir. Günlük hayatta drone kullanımı; polis ve diğer güvenlik güçlerinin denetimleri, trafik yönetimi, olayların öncesi ve sonrasının izlenmesi, doğa koruma çalışmaları gibi birçok alanda yaygınlaşmıştır. Bu da drone'ların her yerde bulunmasına neden olmaktadır. Drone'ların görevleri sırasında çektiği çok sayıda fotoğraf ve görüntü, genellikle habersiz ve izinsiz olarak elde edilmektedir. Çevredeki drone varlığı, insanları tedirgin etmekte ve insanlarda gözetleniyor hissi uyandırmaktadır. Bu nedenle drone operasyonları için yasal düzenlemeler yapılmasına devam edilmektedir.
- g) **Çevresel Konular:** Drone'ların yaydığı ses, doğal yaşamda stres yaratmakta ve birçok canlıyı rahatsız etmektedir. Oluşan stresin uzun süreli etkileri, özellikle hamile veya yeni doğmuş hayvanlarda görülebilir. Drone kullanımının artması, kara yolunda kazalara neden olabilir ve diğer hayvanlara zarar verebilir. Drone'lar genellikle elektrikle çalışsa da pil üretimi ve araç üretimi sırasında karbon emisyonlarına neden olur. Drone kullanımının artması ve uzun mesafelerde daha fazla kullanılması, karbon emisyonunu daha da artırabilir.



BİLGİ KUTUSU

Karbon emisyonu, çeşitli sebeplerle atmosfere karbonun salınması işlemidir. Doğal karbondioksit salınımı, dünyanın doğal işleyişinde önemli bir rol oynarken insan kaynaklı olmayan karbon ve sera gazlarının atmosfere salınması çevre için ciddi sorunlara yol açmaktadır. Genellikle insanların faaliyetleri sonucunda meydana gelen emisyonun etkileri ve sonuçları oldukça ciddidir. Özellikle endüstrinin büyümesi ve yaygınlaşması, emisyon oranlarının hızla artmasına neden olarak insanları büyük bir iklim sorunuyla karşı karşıya bırakmaktadır.

1.2. DRONE TAŞIMACILIĞININ YASAL ÇERÇEVESİ

Günümüzde drone'lar; sivil, askerî, ticari ve profesyonel alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu geniş kullanım; güvenlik, teknik, hukuki ve yasal sorunları da beraberinde getirmiştir.

Tüm drone'lar; ağırlıkları, hızları ve boyutları ne olursa olsun, hava sahasında kullanıldığında buldukları ülkenin ulusal mevzuatına uymak zorundadır. Drone kullanımı, insanlara ve kara / hava araçlarına yönelik potansiyel riskler içerir. Ayrıca drone'ların ses, video ve fotoğraf gibi cihazlarla donatılarak kullanılması, özel hayatın gizliliğini ve kişisel verilerin korunmasını ihlal edebilir. Örneğin izinsiz olarak insanların evlerine veya araçlarına ait görüntü ve ses kaydı yapılması suç teşkil edebilir. Aynı şekilde, kamusal alanlarda kişisel hayatın ve özel bilgilerin gizliliğine zarar verebilir.

Üzerlerine fotoğraf makinesi veya kamera takılı olmasa dahi drone'ların başkalarına ait özel mülkiyet alanlarında uçurulması, insanlar üzerinde tedirginlik yarattığı için özel hayata müdahale olarak kabul edilebilir. Bu tür eylemler genellikle yasal sonuçlar doğurur. Dünya genelinde neredeyse tüm ülkeler, drone'larla veri toplama konusunda farklı düzeylerde yasal düzenlemeler yapmıştır.

Avrupa'da kişisel verilerin korunması ve özel hayatın gizliliği, en temel insan haklarından biridir. Bu nedenle drone'ların sadece eğlence amaçlı kullanılması dahi başka insanların özel hayatına potansiyel müdahale olarak kabul edilmektedir. Drone'ların fotoğraf makinesi, kamera gibi cihazlarla donatılması ve izin alınmadan uçurulması, hukuki açıdan daha büyük bir hassasiyet oluşturmaktadır.

Avrupa Birliği'nin Temel Haklar Şartı'nın 7. maddesi "Herkes, kendi özel ve aile hayatı ile iletişim faaliyetlerine saygı duyulmasını isteme hakkına sahiptir." şeklindedir. Avrupa Birliği Konseyi ve Avrupa Parlamentosunun 95/46/EC Kişisel Verilerin İşlenmesi ve Bu Tür Verilerin Serbest Dolaşımına Dair Bireylerin Korunması Direktif'inde akit devletler, kişisel verileri işlerken gerçek kişilerin temel haklarını ve bireysel mahremiyetlerini koruma yükümlülüğü altına alır. Bu nedenle kişisel verilerin toplanması ve kullanılması sırasında özel hayatın gizliliği ilkesine özel bir dikkat gösterilmelidir.

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 20. maddesi, her bireyin özel hayatına ve aile hayatına saygı gösterilmesini isteme hakkına sahip olduğunu belirtir. Özel hayatın ve aile hayatının gizliliğine dokunulamaz. Aynı madde, her bireyin kişisel verilerinin korunmasını talep etme hakkına sahip olduğunu ifade eder. Bu hak, kişinin kendi kişisel verileri hakkında bilgilendirilme, bu verilere erişme, düzeltilmesini veya silinmesini talep etme ve verilerin amaçları doğrultusunda kullanılıp kullanılmadığını öğrenme hakkını içerir.

Türkiye, Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi'ni imzalamıştır. Bu sözleşme, özel hayat ile aile hayatına, konutuna ve haberleşmesine saygı gösterilmesini hükme bağlar. Türkiye ayrıca Kişisel Verilerin Otomatik İşleme Tabi Tutulması Karşısında Bireylerin Korunmasına İlişkin 108 sayılı Avrupa Konseyi Sözleşmesi'ni de kabul etmiştir.

Özel hayatın gizliliğini ihlal etme suçu, Türk Ceza Kanunu'nun 134. maddesinde düzenlenmiştir. Bu maddenin 1. fıkrası "Kişilerin özel hayatının gizliliğini ihlal eden kimse, bir yıldan üç yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır. Gizliliğin görüntü veya seslerin kayda alınması suretiyle ihlal edilmesi halinde, verilecek ceza bir kat artırılır." şeklindedir. Aynı maddenin 2. fıkrasında "Kişilerin özel hayatının gizliliğini ihlal eden kimse, bir yıldan üç yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır. Gizliliğin görüntü veya seslerin kayda alınması suretiyle ihlal edilmesi halinde, verilecek ceza bir kat artırılır." şeklindedir. Ancak tüm bu hukuki sorunlar göz önüne alındığında drone'ların afet ve risk yönetimi, haritacılık, keşif, güvenlik ve kontrol, arama-kurtarma gibi önemli ve stratejik kullanım alanlarına sahip olduğu unutulmamalıdır.

Drone'ların kullanımı, havacılık faaliyeti olarak kabul edilir ve bu nedenle ulusal havacılık kurumları tarafından belirlenen güvenlik kurallarına uymak zorunludur. Kurallara uymamanın ciddi yasal sonuçları olabilir. Bu kurallarda amaç; drone'ların diğer uçaklara, insanlara, hayvanlara, mülkiyete veya herhangi bir şeye zarar vermesini önlemektir.

Ulusal havacılık kurumları tarafından belirlenen güvenlik kuralları, ülkeden ülkeye farklılık göstermekle birlikte genel olarak şu hususları içerir:

- İHA'nın belirli bir yüksekliğin altında uçuşması
- Uçuşların insanlardan belirli bir mesafede gerçekleştirilmesi
- İHA ile pilotu arasındaki göz temasının kaybedilmemesi
- İHA'ların ilgili kuruma kaydının yaptırılması
- Drone'ların yerleşim alanları, havaalanları, stadyumlar gibi yasaklanmış bölgelerde ve yakınında uçuşmaması
- İHA'ların gece uçuşmaması

Drone kullanımıyla ilgili bazı potansiyel sorunlar nedeniyle drone kullanımının yasal çerçevesi hakkında düzenlemeler yapılmaktadır. Bu düzenlemelerin yapıldığı yerlerden bazıları ve düzenlemeleri yapan kuruluşlar şunlardır:

- ABD'de **FAA**
- Birleşmiş Milletler'de **ICAO**
- Avrupa Birliği'nde **EASA**
- Türkiye'de Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'na bağlı **SHGM**

1.2.1. Drone Taşımacılığıyla İlgili Ulusal Yasal Çerçeve

Türkiye’de drone kullanımı, SHGM tarafından 22 Haziran 2016 tarihinde hazırlanan **İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı** (SHT-İHA) ile düzenlenmiştir. Bu düzenlemenin amacı, İHAS’ların Türk hava sahasında işletilmesi veya kullanılmasıyla ilgili çeşitli konuları kapsamaktadır. Bu konular arasında İHA sistemlerinin ithali, satışı, kayıt ve tescili, uçuşa elverişliliğinin sağlanması; bu sistemleri kullanacak kişilerin gereken nitelikleri, hava trafik hizmetleri ve İHA operasyonlarına ilişkin usul ve esaslar bulunmaktadır. Bu düzenleme en son 2021 yılında revize edilmiştir.

SHT-İHA Talimatı, İHA operatörlerine belirli bir düzenleme ve güvenlik çerçevesi içinde İHA kullanma izni verir ve hava trafiği güvenliğini ve kamu güvenliğini sağlama amacı güder. İHA operatörleri, bu Talimat ile İHA’larını ticari veya kişisel kullanımlar için yasal olarak kullanma hakkına sahip olurlar. Ancak belge gereksinimleri ve kuralları zaman zaman güncellenebilir. Bu nedenle güncellemelere dikkat etmek önemlidir.



BİLGİ KUTUSU

İHA ile ilgili belge ve formlara aşağıdaki linkten ulaşabilirsiniz:

<https://iha.shgm.gov.tr/> ve

<https://web.shgm.gov.tr/>

SHT-İHA Talimatı, 15.07.2018 tarih ve 30479 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi’nin 31. bölümüne ve 14/10/1983 tarihli 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu’na dayanılarak hazırlanmıştır. İHA Talimatı’nın kapsamı 2. maddesinde “Bu Talimat, Türk Hava Sahasında uçacak İHA’ları, ilgili sistemleri, bunları ithal edecek, satışını yapacak, işletecek ya da kullanacak gerçek ve tüzel kişileri, bu kapsamda görev alacak personeli, İHA ekibini ve hava sahası kullanımı ile verilecek hava trafik hizmetlerini kapsar.” ifadesi ile belirlenmiştir. Ancak aşağıdaki İHA ve sistemleri bu Talimat’ın kapsamı dışındadır:

- a) Devlet insansız hava araçları,
- b) Yalnızca kapalı alanlarda kullanılan İHA ve sistemleri,
- c) Yere veya herhangi bir platforma bağlı olan insansız balon ve benzeri sistemler,
- ç) Azami kalkış ağırlığı 500 gr’dan daha az olan İHA’lar.

İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı’nın değindiği konular kısaca şu ana başlıklardan oluşmaktadır:

- **Birinci Bölüm:** Amaç, kapsam, dayanak ve tanımlar.
- **İkinci Bölüm:** Sınıflandırma, ithal teknik uygunluk, zorunlu teçhizat, uçuşa elverişlilik ve özel uçuş izni, bakım ve onarım.
- **Üçüncü Bölüm:** Sorumluluk, sigorta, kayıt, tescil, uçuş operasyon el kitabı ve pilot lisansları.
- **Dördüncü Bölüm:** Uçuş izni, uçuşa yasak bölgeler ve uçuş şartları.
- **Beşinci Bölüm:** Son hükümler (izinsiz operasyon, sorumluluklar, güvenlik ve yasaklar, kayıt ve başvuru, pilot lisansları, pilot eğitimleri, yetkilendirilmiş eğitim kuruluşları ve İHA pilot lisansı alacak kişiler, yürürlükten kaldırılan mevzuat).
- **Ekler:** İHA güvenlik taahhünamesi, İHA pilot adaylarına yönelik eğitimler, İHA başvuru akış şeması vs.

Türkiye’de drone’lar, azami kalkış ağırlıkları esas alınarak sınıflandırılır ve İHA’lar kategorisinde değerlendirilir. Bu sınıflandırmaya göre İHA’lar aşağıdaki dört sınıfa ayrılır:

- a) **İHA0:** Azami kalkış ağırlığı 500 gr (dâhil)-4 kg aralığında olan İHA’lar,
- b) **İHA1:** Azami kalkış ağırlığı 4 kg (dâhil)-25 kg aralığında olan İHA’lar,
- c) **İHA2:** Azami kalkış ağırlığı 25 kg (dâhil)-150 kg aralığında olan İHA’lar,
- ç) **İHA3:** Azami kalkış ağırlığı 150 kg (dâhil) ve daha fazla olan İHA’lar.

1.2.1.1. İHA’nın İthal Teknik Uygunluğu

İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı’nın 6. maddesine göre İHA0 ve İHA1 sınıfında yalnızca hava aracı GTİP (Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu) koduna sahip olan İHA için ithal teknik uygunluk yazısı düzenlenir. Söz konusu ithal teknik uygunluk için aşağıdaki bilgi ve belgeler aranır:

- a) İHA ve sistemlerine ait teknik özellikleri içeren ürün kataloğu,
- b) İHA ve sistemleri üretim yılı ve üretici ülke,
- c) Marka, model, seri numarası bilgilerini içeren proforma fatura ve GTİP’e uygunluk durumu,
- ç) İHA ve sistemlerini ithal eden kişinin arşiv kayıtlı adli sicil kaydı belgesi,
- d) İHA ve sistemlerini ithal eden gerçek/tüzel kişinin iletişim bilgileri,
- e) İmalatçı veya ithal eden/satın alan tarafından düzenlenmiş İHA ve sistemlerinin imalatında kullanılan standartların gösterildiği Uygunluk Beyanı. “İnsansız Hava Aracı Uygunluk Beyanı” örneğine Genel Müdürlük resmi internet sayfasından erişilebilir (Görsel 1.26).

| İNSANSIZ HAVA ARACI UYGUNLUK BEYANI | | | | | |
|---|----------|---|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| İMALATÇI / ÜRETİCİ | | | | | |
| Tüzel Kişilik | | | Gerçek Kişilik | | |
| İmalatçı / Üretici | | Yetkili Personelin Adı Soyadı | | Adı Soyadı | |
| Adresi | | Görevi | | Adresi | |
| Telefon | | Telefon | | Telefon | |
| Fax | | e-posta | | e-posta | |
| İNSANSIZ HAVA ARACI | | | | | |
| Markası | | Modeli | | | |
| İmal Tarihi | | Seri No | | | |
| Azami Kalkış Ağırlığı | kg | lb | Azami Hız | km/s | knot |
| Azami Uçuş İrtifası | m | ft | Tipi | <input type="checkbox"/> Döner Kanat | <input type="checkbox"/> Sabit Kanat |
| (İHA1 için) Zorunlu Sistem Özellikleri ⁽¹⁾ | | | | | |
| Komuta ve kontrol veri bağının kesilmesi durumunda acil durum iniş veya uçuş sonlandırma kabiliyeti | | Batarya gücünün/yakıt seviyesinin devamlı izlenebilmesi | | | |
| Çakar lamba | | İHA’da veya yer kontrol istasyonunda otomatik uçuş kayıt sistemi | | | |
| Diğer Sistem Özellikleri ⁽¹⁾ | | | | | |
| Aydınlatma lambaları | | Yedekli seyrüsefer sistemi veya yedekli uçuş kontrol sistemi ya da bilgisayar, | | | |
| Yedekli komuta ve kontrol veri bağı | | ATC ile İHA pilotunun iletişim kurması için yer kontrol istasyonunda ATC telsizi ya da uygun haberleşme | | | |

Görsel 1.26: İnsansız Hava Aracı Uygunluk Beyanı

İHA2 sınıfındaki İHA için ithal teknik uygunluk yazısı düzenlenirken İHA1 sınıfı için istenen belgelere ek olarak aşağıdakiler aranır:

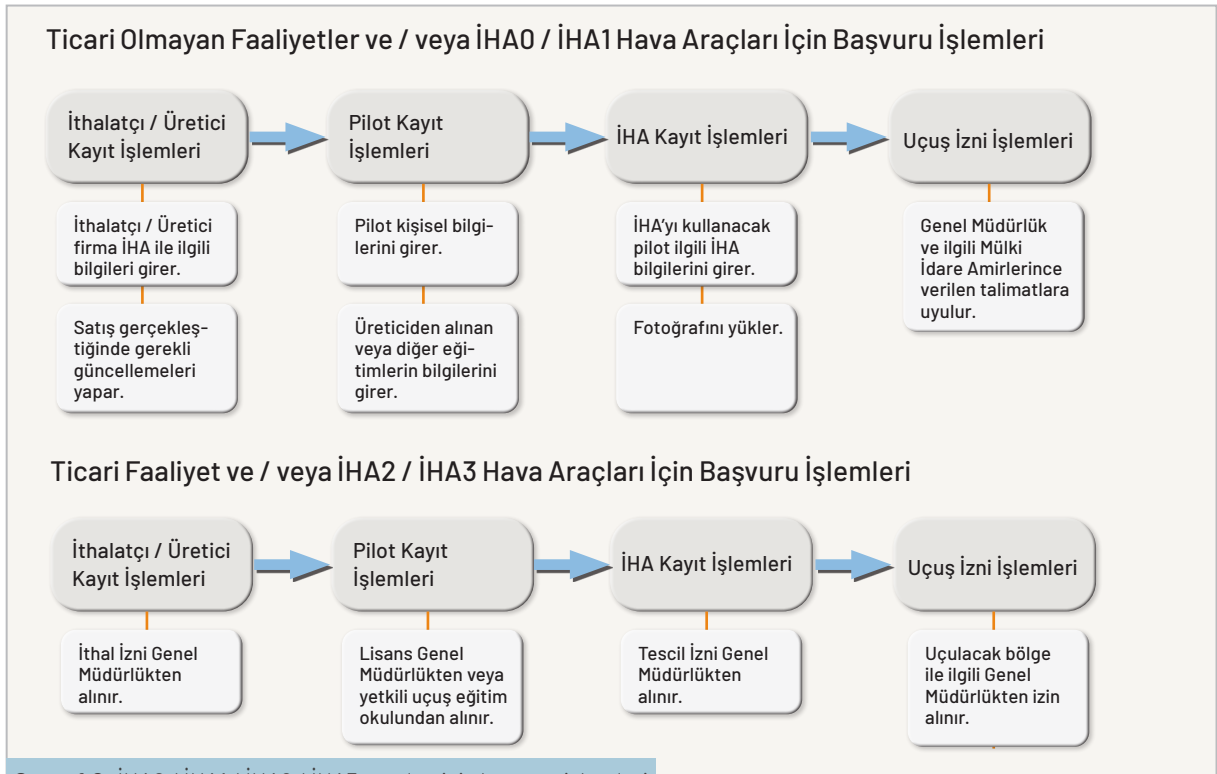
- İHA ve sistemlerin, başvurusu tarihi itibarıyla en fazla 5 yıl önce üretilmiş olduğunu gösterir belge,
- Kullanılabilecek faydalı yükler dâhil İHA ve sistemlerinde yer alan donanımların teknik bilgisi,
- İthal edilen ülkenin tescilinde bulunuyor ise İthal Uçuşa Elverişlilik Sertifikası veya eşdeğer bir doküman ya da Tahditli Tip Sertifikası veya Uçuşa Elverişlilik Sertifikası /Özel Uçuş İzni Belgesi.

İHA3 sınıfındaki İHA için ithal teknik uygunluk yazısı düzenlenirken İHA2 sınıfında istenen belgeler ile birlikte aşağıdakiler aranır:

- Genel Müdürlük veya ilgili ülkenin otoritesi tarafından yayınlanmış Tahditli Tip Sertifikası ve teknik 3 / 29 veri listesi,
- İthal edilen ülkenin yetkili otoritesi tarafından en çok 2 ay öncesinden tanzim edilmiş İthal Uçuşa Elverişlilik Sertifikası veya eşdeğer bir doküman,
- Bağımsız bir belgelendirme kuruluşu tarafından yapılmış, İHA ve sistemlerinin imalatında kullanılan standartların testlerinin sonuçları.

İHA Başvuru işlemleri dört aşama içermektedir (Şema 1.2):

- İthalatçı / Üretici Kayıt İşlemleri
- Pilot Kayıt İşlemleri
- İHA Kayıt / Tescil İşlemleri
- Uçuş İzni İşlemleri
 - Özel Uçuş İzni ve Uçuş Koşulları Onayı (Ticari Faaliyetlerde)
 - Uçulacak Bölge İçin Uçuş İzni



Şema 1.2: İHA0 / İHA1 / İHA2 / İHA3 araçları için başvuru işlemleri

1.2.1.2. Zorunlu Teçhizat

İHA0 sınıfındaki İHA'nın teknik olarak ekipman, sistem ve faydalı yük bileşenleriyle donatılması İHA işleticisinin/sahibinin/pilotunun ya da imalatçısının seçimine bağlıdır. İHA1 sınıfındaki İHA en az aşağıdaki teknik özelliklerle, ekipmanlarla ve sistem bileşenleriyle donatılmış olmalıdır:

- a) Komuta ve kontrol veri bağıının kesilmesi durumunda acil durum iniş veya uçuş sonlandırma kabiliyeti,
- b) Batarya gücü/yakıt seviyesinin devamlı izlenebilmesi,
- c) Çakar lamba,
- ç) İHA'da veya yer kontrol istasyonunda otomatik uçuş kayıt sistemi.

İHA2 sınıfındaki İHA'da, İHA1 sınıfı için gerekli teçhizatın yanı sıra aşağıdaki donanımlar ve karakteristikler olmalıdır:

- a) Çakar lamba yerine aydınlatma lambaları,
- b) Yedekli seyrüsefer sistemi veya yedekli uçuş kontrol sistemi ya da bilgisayarı,
- c) Yedekli komuta ve kontrol veri bağı,
- ç) Hava trafik ünitesi ile gerektiğinde haberleşmeyi sağlayacak uygun haberleşme sistemleri,

İHA3 sınıfındaki İHA'da, İHA2 sınıfı için gerekli teçhizatın yanı sıra aşağıdaki sistem bileşenleriyle donatılmış olmalıdır:

- a) Mode-S transponder,
- b) Trafik Uyarı ve Çarpışma Önleme Sistemi TCAS [Traffic Alert and Collision Avoidance System (trafik elert end kolizhin avoydins sistem)]

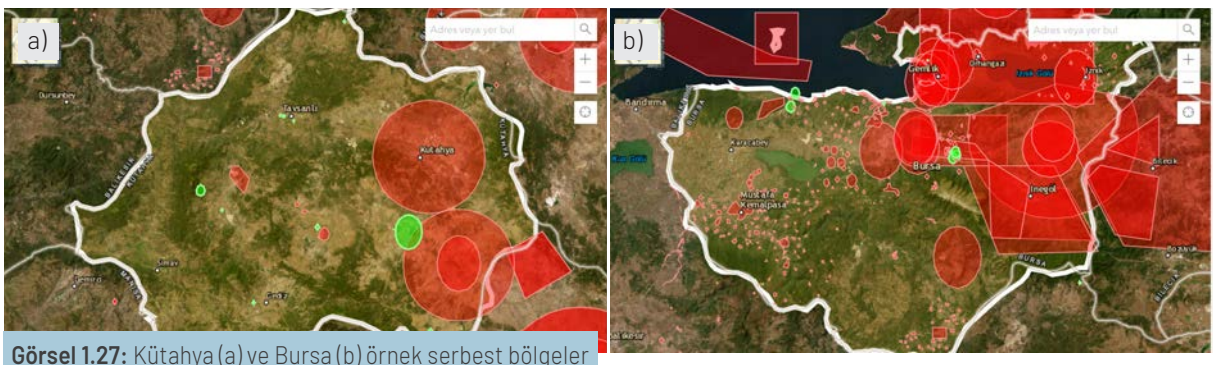
Ticari amaçla uçurulmak istenen İHA0 sınıfına dâhil olan İHA, en az İHA1 sınıfına ait teknik özelliklerle, ekipmanlarla ve sistem bileşenleriyle donatılmış olmalıdır. İHA0 sınıfında bir İHA, ticari amaçla uçurulmak isteniyorsa en az İHA1 sınıfına ait teçhizatla donatılmalıdır.

1.2.1.3. Uçuş izni

SHT-IHA Talimatı'na göre drone uçuşları için üç farklı bölge belirlenmiştir:

Serbest (Yeşil) Bölgeler

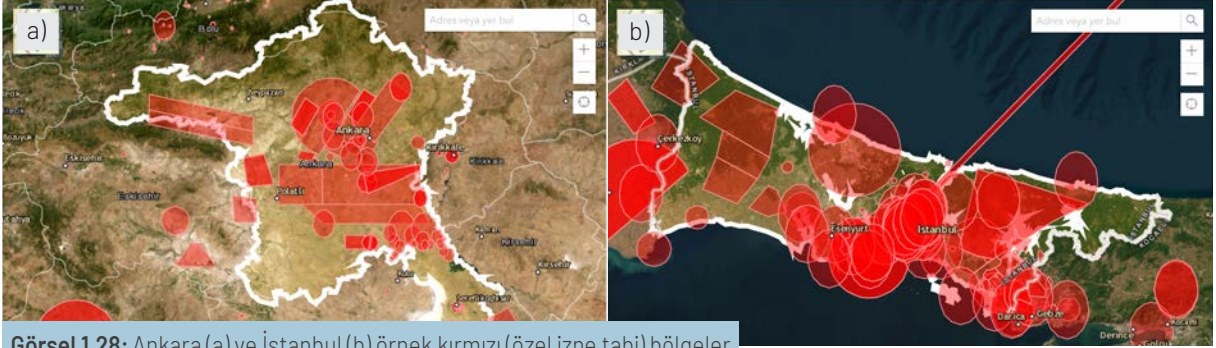
500 gramdan hafif drone'lar izin alınmadan serbest bölgelerde kullanılabilir. Ancak 500 gramdan ağır olan İHA0 ve İHA1 sınıfı drone'ları kullanabilmek için İHA Kayıt Sistemi'nden izin başvurusu yapılması gerekir. Serbest bölgelerde izin talep edildiğinde sistem otomatik olarak izin verir (Görsel 1.27).



Görsel 1.27: Kütahya (a) ve Bursa (b) örnek serbest bölgeler

Özel İzne Tabi (Kırmızı) Bölgeler

Özel izne tabi bölgelerde yapılacak her türlü uçuşta 10 iş günü öncesinden gerekçesi ile birlikte SHGM'nin resmî internet sayfasında yer alan İHA Uçuş İzni Talep Formu ile başvuru yapılır. İzin alınmadan bu bölgelerde uçulamaz (Görsel 1.28).



Görsel 1.28: Ankara (a) ve İstanbul (b) örnek kırmızı (özel izne tabi) bölgeler

İzne Tabi Bölgeler

İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı'nın (SHT-İHA) 17. maddesine göre İHA0 ve İHA1 sınıfı için uçuş izninde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- a) Ticari faaliyetler dışında sportif ve amatör amaçla gerçekleştirilecek uçuşlarda, bu Talimatta belirtilen kurallara uyulmak kaydı ile, serbest (yeşil) bölgelerde Genel Müdürlükten uçuş izni Kayıt sistemi tarafından otomatik verilir. Bu sınıflar için mahallin en büyük mülki idare amiri tarafından yasaklanan yer ve zamanlarda uçuş yapmak yasaktır.
- b) Özel izne tabi (kırmızı) bölgelerde yapılacak her türlü uçuşlarda ise 10 iş günü öncesinden gerekçesi ile birlikte Genel Müdürlük resmi internet sayfasında yer alan İHA Uçuş İzni Talep Formu ile başvuru yapılır.
- c) İzne tabi bölgelerde, yapılacak her türlü uçuşlarda ise 5 iş günü öncesinden Genel Müdürlük tarafından oluşturulan resmi internet sayfası üzerinden başvuru yapılır.
- ç) İzne tabi bölgelerde Genel Müdürlükçe oluşturulan web tabanlı sistem üzerinden 400 feet altında yapılacak uçuşlar için yapılan başvurular ilgili mülki idare amirlikleri tarafından incelenir ve uygun görülmesi hâlinde söz konusu talebe ilişkin NOTAM yayınlanır. İlgili sivil/askeri kurumlar ve Genel Müdürlük tarafından lüzumu hâlinde söz konusu izin iptal edilebilir.
- d) Uçuş izni alınması hâlinde; işletici/pilot/şahıs tarafından Türkiye AIP'sinde (Havacılık Bilgi Yayını) yer alan hükümlere ve belirtilen diğer kurallara uyulması zorunludur.
- e) İHA ile uçuşların gerçekleştirilebilmesi amacıyla tesis edilen serbest (yeşil) bölgeler Türkiye AIP'si ENR 5.5 bölümünde ilan edilir. Söz konusu sahaların güncelliği her yıl Genel Müdürlükçe kontrol edilir.
- f) İzne tabi bölgelerde 400 feet üzerinde yapılacak her türlü uçuşta en az 10 iş günü öncesinden gerekçesi ile birlikte Genel Müdürlük resmi internet sayfasında yer alan İHA Uçuş İzni Talep Formu ile başvuru yapılır (Görsel 1.29).

İHA-UÇUŞ İZİNİ TALEP FORMU

| Başvuru Sahibi | Adresi | Telefon/E-posta | Uçuş Amacı | | | | |
|---|--|---|---|--------|---|--------|--------|
| | | Tel: E-posta: | <input type="checkbox"/> Ticari <input type="checkbox"/> Ar-Ge | | | | |
| Sigorta Poliçe Numarası(Ticari ve Ar-Ge Amaçlı Uçuşlar İçin) | İHA Kayıt No (İHA0-İHA1 Sınıfı İçin)/ Tescil İşareti (İHA2-İHA3 Sınıfı İçin) | İHA Tipi | Pilot Lisans Numarası/ İHA Pilot Kayıt No | | | | |
| | | <input type="checkbox"/> 0-499gr. arasında <input type="checkbox"/> İHA0 [500gr(dâhil)-4kg] <input type="checkbox"/> İHA1 [4kg(dâhil)-25kg] <input type="checkbox"/> İHA2 [25(dâhil)-150kg] <input type="checkbox"/> İHA3 [150kg(dâhil)'den büyük | | | | | |
| Uçuş Tarihleri | Uçuş Saati (UTC) | Uçuş İrtifası (Feet) | Uçuş Yapılacak Bölge | | | | |
| Başlangıç : Bitiş : | Başlangıç: Bitiş : | <input type="checkbox"/> AGL <input type="checkbox"/> MSL | İl : İlçe : Bölge: | | | | |
| Uçuş Yapılacak Bölgenin Koordinatları | | | | | | | |
| Enlem | Derece | Dakika | Saniye | Boylam | Derece | Dakika | Saniye |
| KUZEY | | | | DOĞU | | | |
| Uçuş Yapılacak Bölgeye İlişkin Koordinatların Tanımlanması | | | İHA Kalkış Adresi (Açık Adres ve Koordinat) | | İHA İniş Adresi (Açık Adres ve Koordinat) | | |
| <input type="checkbox"/> Daire | Yarıçap(NM): | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Rota | Rotanın Sağı-Solu(NM): | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Çokgen | | | | | | | |
| Açıklamalar | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Bilgi | | | | | | | |
| Söz konusu uçuşlarda kullanılacak insansız hava aracına ve uçuşu gerçekleştirecek pilota ait bilgi ve belgelerin geçerli ve yeterli olması işletme temsilcisi/pilot sorumluluğundadır. Bu uçuş izni talep formu sadece hava sahasının ilgili sivil/asker kurum/kuruluşlarla koordinasyonun sağlanması amacıyla işletme temsilcisi/pilot tarafından Genel Müdürlüğe gönderilecektir. | | | | | | | |
| Taahhüt | | | | | | | |
| Yukarıda doldurduğum bilgilerin gerçeği yansıttığı, başvurumda uyulacak şartlara uygun olarak formu doldurduğumu ve yetkili personel tarafından formun imzalandığını, açıklamalardaki tüm şartları kabul ettiğimi, aykırı hususların tespiti hâlinde başvurumun kabul edilmeyeceğini bildiğimi ve Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından idari yaptırım uygulanabileceğini kabul ve taahhüt ederim. | | | | | | | |
| İşletme Temsilcisi / Pilot | | | | | | | |
| Adı Soyadı | Unvanı | Tarih | İmza | | | | |

Görsel 1.29: FR.19 İHA-Uçuş İzni Talep Formu

İHA2 ve İHA3 sınıfı İHA'lar için uçuş izninde dikkat edilmesi gereken diğer hususlar şunlardır:

- a) Tüm sahalarda gerçekleştirilecek İHA uçuşunda gerekli koordinasyonun yapılabilmesi için 10 iş günü öncesinden Genel Müdürlüğe İHA Uçuş İzni Talep Formu ile başvuru yapılır.
- b) Başvurulara ilişkin ilgili sivil ve askeri kurumlardan olumlu görüş alınmasını müteakip söz konusu sahaların NOTAM ile tüm hava sahası kullanıcılarına duyurulması sağlanır. Söz konusu taleplere ilişkin ilgili kurumlardan olumsuz görüş alınması veya Genel Müdürlük tarafından uygun görülmemesi hâlinde uçuş izni verilmez.
- c) İHA işletmecisi veya sahibi, başvurunun onaylanmasını takiben uçuşların düzenleneceği NOTAM'lanmış hava sahasından sorumlu ATC (Hava Trafik Kontrolü) ünitesi ile acil durumlar haricinde operasyondan en az bir gün önce uçuşa ilişkin usuller üzerinde mutabakat sağlar. Bu müsaadeler, İHA operasyonları için geçerli olan Standart Harekât Usullerine dayalı olacaktır.
- ç) Standart Harekât Usulleri; normal usulleri, planlanmamış durumlara ilişkin usulleri, hava aracının acil durumdan kurtarılmasına diğer bir deyişle uçuşun sona erdirilmesine ilişkin usulleri içerecektir.
- d) Başvuru dosyası, uçuşun düzenleneceği ayrılmış hava sahasının koordinatlarını, bu sahada icra edilecek uçuşun saatlerini, ayrılmış hava sahasında kullanılacak uçuş seviyesini, acil durum usullerini, İHA ve sistemlerinde kullanılacak frekanslar gibi ilgili bilgileri içerir. Genel Müdürlük ilgili diğer kurumlarla koordinasyon sonucunda uygun bulunması hâlinde uçuş müsaadesi ve NOTAM yayınlar.
- e) Uçuş izni alınması halinde; işletici/pilot/Hafif İHA işleticisi tarafından Türkiye AIP'sinde yer alan hükümlere ve belirtilen diğer kurallara uyulması zorunludur.

Özel izne tabi bölgelerde uçuş talepleri olacaksa gerekçeleri ile birlikte 10 iş günü öncesinden Genel Müdürlüğe Uçuş İzni Talep Formu iletilir. Ayrıca tüm kategorilerdeki İHA ve sistemlerini kullanacak şahıslarda uçak, helikopter, planör veya hafif hava aracı lisanslarından birinin olması zorunludur.

Özel Uçuş İzni: Uygulanabilir uçuşa elverişlilik gereksinimlerini karşılamayan veya karşıladığı gösterilmemiş olan ama belirli koşullar altında emniyetli uçuş yapma kabiliyeti olan hava aracının uçuşu için düzenlenecek Özel Uçuş İzni Belgesinin verilme esaslarına ilişkin usul ve esaslar Hava Aracı ve İlgili Ürün, Parça ve Cihazın Uçuşa Elverişlilik ve Çevresel Sertifikasyon Talimatı SHT-21 ile belirlenmiştir. Özel Uçuş İzni Belgesi, hava aracının emniyetli uçuş yapabildiğine dair verilen teknik bir belgedir. Söz konusu belge 3 yıla kadar verilir ve süre bitiminde hava aracının fiziksel incelemesi ile bakım dokümanları kontrolü yapılır. Uçuş izni ise yapılacak uçuşla ilgili bir izin türüdür ve her farklı operasyon için farklı uçuş izni alınmalıdır. Uçuş izni alınırken kullanıcı ve araç bilgisi, sigorta, kayıt durumu, uçulacak bölge, uçuş zamanı gibi bilgiler istenmektedir.

İHA0 sınıfındaki İHA'lar için Özel Uçuş İzni Belgesi düzenlenmez. İHA1 sınıfındaki İHA'lar için Emniyet ve Uygunluk Beyanı gereklidir. Bu beyanın geçerli olabilmesi için İHA ve sistemlerinin imalatında kullanılan standartların, bakımlarının uygun şekilde gerçekleştirildiğini gösteren İHA pilotu tarafından her yıl yenilenen Emniyet Beyanı ve elektronik haberleşme cihazları İHA işleticisi / sahibi / pilotu tarafından alınır.

İHA2 sınıfındaki İHA için İHA1 sınıfı için uygulanan kurallar ile birlikte 3 yıl süreli Özel Uçuş İzni Belgesi düzenlenir (Görsel 1.30).

İHA3 sınıfındaki İHA için Genel Müdürlük tarafından Uçuşa Elverişlilik Sertifikası düzenlenir ve her 3 yılda bir yenilenir.

İnsansız Hava Aracı Özel Uçuş İzni Başvurusu Kontrol Formu

| Başvuru Bilgileri | | | |
|------------------------------|---|--------------------------|--------|
| Konusu: | İnsansız Hava Aracı Özel Uçuş İzni <input type="checkbox"/> İHA2 <input type="checkbox"/> İHA3 | SHGM Hizmet Standartları | 30 Gün |
| Başvuruyu yapan: | | Azami İşlem Süresi | |
| Başvuru tarihi: | | Başvuru sahibi: | |
| İHA Tescil Rezervi Numarası: | | İHA Seri numarası: | |
| İHA üreticisi: | | İHA işleticisi / sahibi: | |
| İHA Markası: | | İHA Modeli: | |

| # | Konu | Başvuru sahibi tarafından doldurulacaktır. | | SHGM tarafından doldurulacaktır. | | |
|---|---|--|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------|
| | | Sunuldu | | Uygun | | Açıklama |
| | | E | H | E | H | |
| 1 | Talebi net şekilde içeren ve konu ile ilgili tüm süreci ilgi yazılara atf yaparak açıklayan başvuru yazısı (İHA, 2,3) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 2 | Uçuş Koşulları Onayı Başvuru Formu – SHGM Form 37 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 3 | Özel Uçuş İzni Belgesi Başvuru Formu – SHGM Form 21 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 4 | Uçuş Ekibi Bilgileri - Pilot Lisansı veya Sertifikası - Sağlık Raporu veya 2'nci Sınıf Sağlık Sertifikası - Pilot kayıt defteri (logbook) ve lisans geçerliliğinin devamına ilişkin belgeler | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 5 | Üçüncü Şahıs Mali Mesuliyet Sigortası (Sivil Hava Araçları 3. Şahıs Mali Mesuliyet Sigortası Yönetmeliği Amaca yönelik ve geçerli) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| 6 | Kullanılmış hava aracı ve var ise Sürekli uçuşa elverişlilik ile ilgili; - Uçuşa elverişlilik direktifi - Servis Bülteni | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |

Görsel 1.30: FR.362 İHA Özel Uçuş İzni Kontrol Formu

1.2.1.4. Özel İzne Tabi Bölgeler

Özel izne tabi bölgelerde uçuş yapılacaksa İHA sınıfı fark etmeksizin Genel Müdürlükten uçuş izni alınması ve risk analizi yapılması gerekir (Görsel 1.31). Ancak öngörülemeyen acil durumlarda (arama, kurtarma ve afet vb.) Genel Müdürlük ile gerekli koordinasyonun sağlanması kaydıyla istisnai olarak Uçuş izni verilebilir.

EK-5

RİSK ANALİZİ DEĞERLENDİRME HUSUSLARI

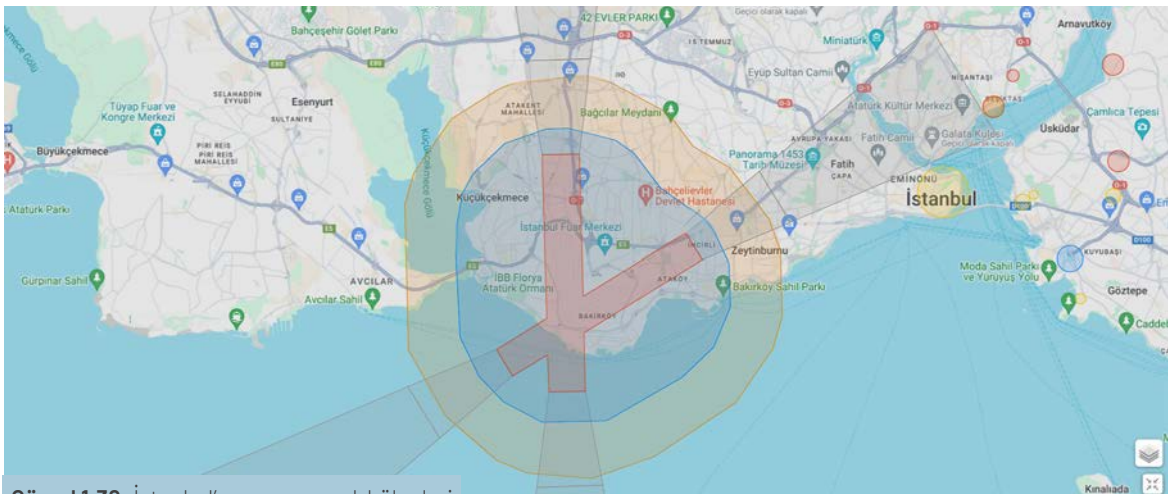
1. İHA teknik bilgileri
 - a. Gövde, güç ünitesi, performans bilgileri
 - b. Faydalı yük beyanı
 - c. Yedek sistemler (GPS, otopilot, IMU vb.)
 - ç. Teçhizat (Hava aracı, yer sistemleri, veri linki, geofence, batarya, yakıt durumu vb.)
 - d. Veri link, frekans, vb. bilgiler
2. Uçurulacak bölge (kalabalık, çok kalabalık, kalabalık olmayan bölge)
3. Kullanım amacı
4. Pilot eğitim ve tecrübe
5. Gece, gündüz ve meteorolojik şartlar
6. Bakım durumu
7. Sigorta
8. İnsan ve yapıların durumu
9. Diğer hava araçları ile çarpışma riski
10. Tespit edilen risklerin giderilmesine/azaltılmasına yönelik yapılacaklar

Görsel 1.31: Risk analizi değerlendirme hususları (SHT-İHA)

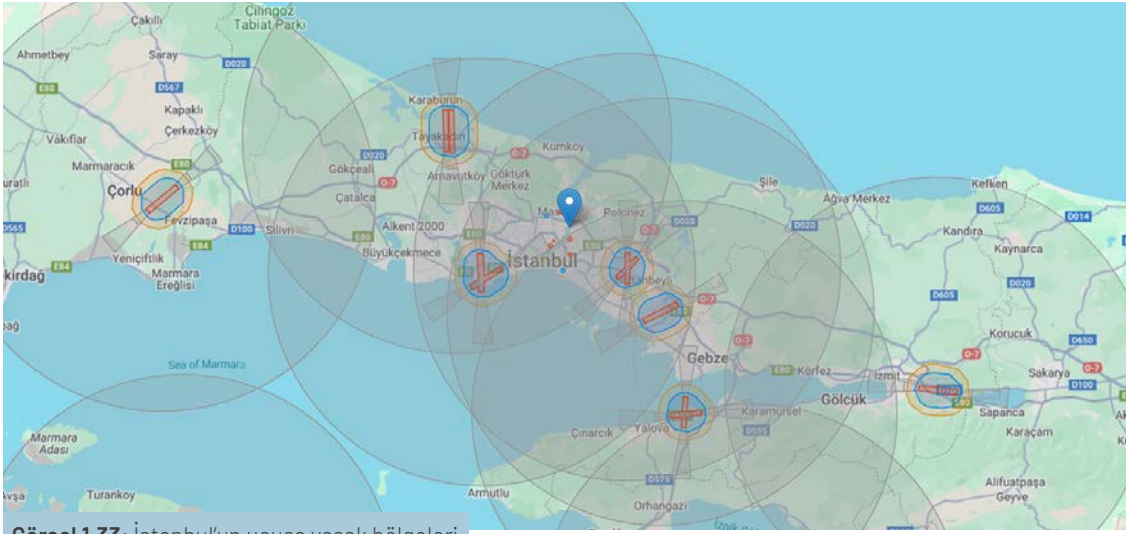
Türkiye’de Özel İzne Tabi Bölgeler

İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı’nın 18. maddesinin 1. fıkrasına göre özel izne tabi (kırmızı) bölge olarak tanımlanan ve aşağıda yer alan sahalarda risk analizi yapılmadan ve Genel Müdürlükten izin alınmadan herhangi bir sınıftaki İHA ile uçuş yapılması yasaktır:

- a) İrtifaya bağlı olmaksızın havalimanlarında, en yakında bulunan pistin kenarından 5 NM (9 km) mesafeden daha yakın sahada (Görsel 1.32),



- b) İrtifaya bağlı olmaksızın seyrüsefer yardımcı cihazları, heliport, heliped, hava parkı, Genel Müdürlük resmi internet sitesinde yayınlanmış olan denize/iniş kalkış alanları vb. merkez olmak üzere 5 NM (9 km) yarıçaplı sahada (Görsel 1.33),



Görsel 1.33: İstanbul'un uçuşa yasak bölgeleri

- c) 400 ft üzerinde yapılacak uçuşlarda,
ç) Türkiye AIP'si ENR 5.1 bölümünde yer alan "Yasak, Tahditli ve Tehlikeli Sahalar" da,
d) Askeri binalar ve tesisler, cezaevi, akaryakıt depoları ve istasyonları, silah/fişek fabrika ve depoları gibi kritik yapı, tesis ve varlıkların çevresinde,
e) NOTAM ile ilan edilen sahalarda,

Arama, kurtarma ve afet gibi öngörülemeyen acil durumlarda, Genel Müdürlük ile gerekli koordinasyonun sağlanması kaydıyla istisnai olarak Uçuş İzni verilebilir.



4. SIRA SİZDE

ICAO Annex 15 kapsamında NOTAM nedir? Sunum hâline getirerek sınıfta sununuz.

İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı'nın 19. maddesinin 1. fıkrasına göre İHA0 ve İHA1 sınıfındaki İHA'lar ile serbest (yeşil) bölgelerde gerçekleştirilecek uçuşlarda mahallin en büyük mülki idare amiri tarafından yasaklanmayan yer ve zamanlarda uçuş yapılması durumunda;

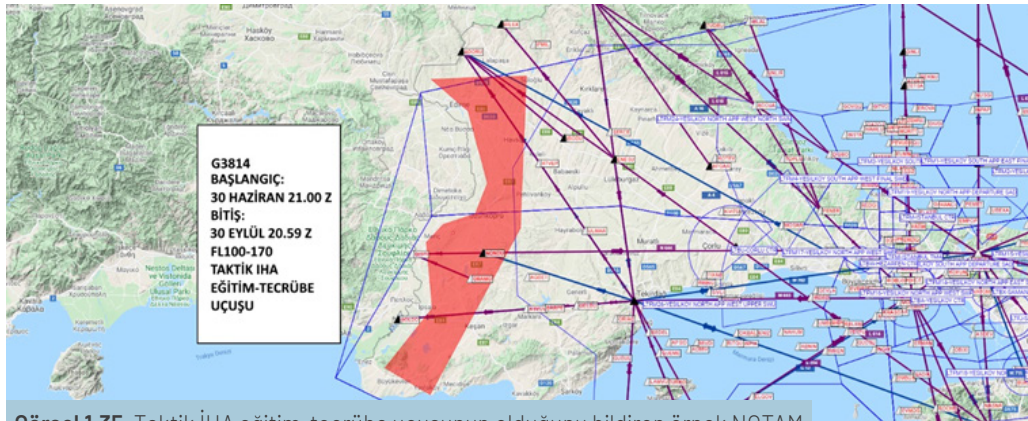
- a) Sadece görerek meteorolojik koşulların sağlandığı durumlarda, gündeğümü-günbatımı saatleri arasında ve en az 2 km görüşe açık havalarda uçuş gerçekleştirilebilir,
b) İHA, yatayda 500 metreyi geçmeyecek şekilde pilotun görüş alanında olmalıdır,
c) Yerden (AGL) 400 feet (120 metre) yüksekliğin üzerine çıkılmamalıdır,
ç) İnsan ve yapılardan en az 50 metre uzaklıkta uçuş gerçekleştirilmelidir.

Görsel 1.34'te SHGM tarafından yayımlanan Marmara Bölgesi için bir NOTAM örneği bulunmaktadır. Buna göre başlangıç ve bitiş tarihlerini, hangi irtifalarda uçuşun gerçekleştiğini, yer ve zaman bilgisini görmek mümkündür.



Görsel 1.34: Yangın gözetleme uçuşunun olduğunu bildiren örnek NOTAM

Görsel 1.35'te SHGM tarafından yayımlanan Trakya Bölgesi için bir NOTAM örneği bulunmaktadır. Buna göre başlangıç ve bitiş tarihlerini, hangi irtifalarda uçuşun gerçekleştiğini, yer ve zaman bilgisini görmek mümkündür.



Görsel 1.35: Taktik İHA eğitim-tecrübe uçuşunun olduğunu bildiren örnek NOTAM

1.2.1.5. Sorumluluk ve Sigorta

Tüm İHA ve sistemlerinin işleticileri ve sahipleri, üçüncü taraflara verebilecekleri zararlardan sorumludur. 25 kg üstü İHA'lar ve ağırlığı ne olursa olsun ticari faaliyet yürüten tüm İHA'lar, Türk hava sahasında uçuş gerçekleştiren Türk ve yabancı sivil hava araçları için gerekli olan Üçüncü Şahıs Mali Mesuliyet Sigortası Yönetmeliği uyarınca sigorta yaptırmak zorunludur ve sigortasız uçuşlar yapılamaz. Sigorta belgeleri, tescil ve uçuşa elverişlilik başvuruları sırasında Genel Müdürlüğe sunulmalıdır.

Drone sorumluluk sigortası, üçüncü kişilere karşı sorumluluk teminatı sağlar. İşletici veya pilotun yasal olarak sorumlu olduğu hava aracından kaynaklanan herhangi bir cismin düşmesi sonucunda üçüncü kişilere gelebilecek mal veya can kayıplarını sigortalıya karşı temin eder. Drone sorumluluk sigortası türüne bağlı olarak şunları içerebilir:

- Cihazın gövdesinde, kameralarda, sensörlerde ve kontrol sistemlerinde oluşan fiziki hasarlar
- Üçüncü şahıslara yönelik bedensel yaralanma ve maddi hasarlar
- Drone'un çalınması, kaybolması ve hasar alması
- İHA kontrolünün ele geçirilmesi ve drone tarafından toplanan verilerin çalınması
- Drone bağlantısının kesilmesi ve uzaktan kumanda ile ilgili sorunlar

Ülkemizde üretilen her İHA; üretici tarafından ve ithalatçı firma tarafından satıldığı gün, alıcı bilgileriyle birlikte satan firmanın sorumlu yöneticileri tarafından Kayıt Sistemi'ne kaydedilir. Yurt dışından bireysel olarak getirilen veya yurt içinde devir alınan İHA'lar ise en geç 3 gün içinde Kayıt Sistemi'ne kaydedilmelidir.

Tescil İşlemleri: İHA0 ve İHA1 sınıfındaki İHA'lar için tescil işlemi gerekmez. Ancak uzaktan kumanda edilen İHA2 ve İHA3 sınıfındaki İHA'lar, Genel Müdürlük tarafından hava aracı siciline kaydedilir ve tescil işareti verilir. Tescil işareti; SHT-7'de belirtilen kurallara göre boyutları, uygulama yerleri, kimlik plakası ve sicil kayıtlarıyla birlikte düzenlenir.



5. SIRA SİZDE

<https://iha.shgm.gov.tr/> sitesine girerek bireysel kayıt tipinden hesap oluşturunuz. Sonrasında hesabınızdan işlemler menüsünü inceleyerek sınıfta tecrübelerinizi paylaşınız.

1.2.1.6. Pilot Lisansı Sınıflandırması ve Gereklilikleri

Tüm İHA sınıflarında pilot lisansı düzenlenecek kişilerden şunlar istenir: Kasten işlenen bir suçtan dolayı bir yıl veya daha fazla süreyle hapis cezasına çarptırılmamış olmak; devletin güvenliğine, Anayasal düzene ve bu düzenin işleyişine, cinsel dokunulmazlığa, özel hayata ve hayatın gizli alanına karşı işlenen suçlar, uyuşturucu veya uyarıcı madde imal ve ticareti, hırsızlık, dolandırıcılık, sahtecilik, suçtan kaynaklanan malvarlığı değerlerini aklama veya kaçakçılık, ulaşım araçlarının kaçırılması veya alıkonulması suçlarından hüküm giymemiş olmak. Ayrıca terör örgütleriyle eylem birliği içerisinde olmak, bu örgütlere yardım etmek, kamu imkân ve kaynaklarını bu örgütleri desteklemeye yönelik kullanmak, bu örgütlerin propagandasını yapmak gibi suçlardan sabıkasının olmadığına dair arşiv kayıtlı adli sicil belgesi talep edilir.

İHA0 ve İHA1 sınıfındaki pilotlar için Genel Müdürlük tarafından herhangi bir lisans düzenlenmez. Bunun yerine, bu kişilerin İHA0 ve İHA1 sınıfı İHA'ları uçurabilmeleri için internet tabanlı Kayıt Sistemi'ne kaydolmaları gerekmektedir. İHA0 sınıfı pilotlar en az 12 yaşında, İHA1 sınıfı pilotlar ise en az 15 yaşında olmalıdır.

İHA0 ve İHA1 sınıfındaki hava araçlarını hobi veya sportif amaçlarla kullanacak kişiler için eğitim zorunluluğu bulunmamaktadır. Ancak bu kategorideki hava araçlarını ticari amaçla kullanacak pilotlar, Genel Müdürlük tarafından yetkilendirilmiş Onaylı Eğitim Organizasyonları tarafından verilen eğitimleri alır. Bu dersler şunlardır:

- | | |
|--|---------------------------------|
| a) İHA tanıtımı | e) Seyrüsefer ve operasyon |
| b) Hava hukuku ve sorumluluklar | f) Kumanda edilebilir sistemler |
| c) Hava aracı, uçuş dinamiği ve uçuş prensipleri | g) İtki sistemleri |
| ç) Meteoroloji | ğ) Aviyonik sistemler |
| d) ATC usulleri ve havacılık frezyolojisi | h) Bakım ve onarım |



6. SIRA SİZDE

<https://iha.shgm.gov.tr/> internet sitesine girerek Onaylı Eğitim Organizasyonları / Yetkili Eğitim Kuruluşları listesini inceleyiniz. Bulduğunuz şehirde eğitim veren kuruluşlar varsa verdiği eğitim türlerini araştırarak, sunum hâline getirip sınıfta sununuz.

İHA Pilotu Sorumlulukları: İHA pilotu, uçuşun güvenli yürütülmesinden ve uçuşla ilgili idari, mali ve teknik kuralların yerine getirilmesinden ayrıca faydalı yüklerin yasal çerçevede kullanılmasından sorumludur. İHA pilotu, bu sorumlulukları kabul ettiğine dair imzaladığı taahhütnameleri uçuş izni başvurusu dosyasına ekler. İHA ve sistemlerinin bakım ve onarımlarını üreticilerin yayımladığı el kitaplarına uygun olarak yapmak da İHA pilotunun sorumluluğundadır.



UYGULAMA

<https://iha.shgm.gov.tr/> internet sitesine girerek sisteme kayıt yapınız. İHA pilot kayıt başvurusu kısmına giriniz. Lisans tipi olarak İHA0 ya da İHA1 sportif / amatör pilot lisansını seçiniz. **Pilotluk Yetkisi Sınavını Başlat** sekmesine tıklayınız. Gerekli soruları doğru cevaplayarak sertifikanızı alınız.

1.2.2. Drone Taşımacılığıyla İlgili Uluslararası Yasal Çerçeve

Drone kullanımı uluslararası düzeyde incelendiğinde farklı ülkelerin uygulamalarının çeşitlilik gösterdiği görülmektedir. Bu nedenle drone taşımacılığı konusunda her ülkenin kendi hava sahasında uyguladığı uçuş kurallarının bağımsız olarak ayrıntılı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Örneğin ABD’de FAA tarafından, AB ülkelerinde ise EASA tarafından kurallar oluşturulmakta ve çalışmalar yürütülmektedir.

3 Ekim 1919’da Paris Konvansiyonu ile birlikte uluslararası sivil havacılıkla ilgili yasal çerçevenin oluşturulması için ilk adımlar atılmıştır. Paris Konvansiyonu’nu tadil eden 15 Haziran 1929 tarihli protokolün 15. maddesinde de pilotsuz hava aracı ile ilgili şu ifade yer almıştır: “Akit devletlerin pilotsuz uçuş kabiliyetine sahip hava araçları; özel bir yetki olmadığı takdirde diğer akit devletin toprakları üzerinde pilotsuz olarak uçamaz.”

1944 yılında imzalanan Şikago Konvansiyonu’nun 8. maddesine göre pilotsuz olarak uçma yeteneğine sahip hiçbir uçak, bu Konvansiyona taraf olan ülkenin özel izni olmadan o ülke hava sahası içinde uçuşamaz. Konvansiyona taraf her ülke kendi sivil hava sahasında uçacak pilotsuz her uçak için diğer uçaklara tehlike oluşturmayacak şekilde gerekli önlemleri almakla yükümlüdür.

ICAO’nun 2011 yılında yayımlanan genelgesinde İHA terimi, içinde pilot olmayan uçakları ifade etmek için kullanılırken İHAS terimi ise bu uçak ile onun yardımcı bileşenlerinin tamamını kapsayan bir tanım olarak kullanılmaktadır.

Uluslararası Sivil Havacılık Operasyonel Hava Trafik Yönetim Sistemi (ATM) İHA terimini, pilot olmaksızın uzaktan kumanda veya önceden programlanmış otomatik kullanımı mümkün olan uçaklar olarak tanımlar. ICAO'nun düzenlemeleri, bu tanımlara dayanılarak oluşturulur. Bu nedenle İHA'lar; uzaktan kumandalı, otomatik veya bu ikisinin bir kombinasyonu olsun, Şikago Konvansiyonu'nun 8. maddesi kapsamında değerlendirilir.

İHA kullanıcıları ve insanlı hava aracı pilotları, aynı seviyede sorumluluğa sahiptirler. Uçuşla ilgili tüm işlemleri gerçekleştirebilmek ve havacılık kurallarını bilmek zorundadırlar. Bu gereklilikleri yerine getirebilmek için her iki pilot tipinin de sertifikalı olması gerekmektedir. İHA pilotları, insanlı hava araçları için geçerli olan ICAO kurallarına tabidirler ve bu nedenle ortak hava sahasının kullanımı, bir pilot tarafından sağlanmalıdır.

1.2.2.1. Amerika Birleşik Devletleri Federal Havacılık İdaresi

1958 yılında kurulan FAA, Amerika Birleşik Devletleri'nin sivil havacılık otoritesidir (Görsel 1.36). FAA'nın en önemli görevi, Amerika'nın ulusal hava sahası içerisinde hava trafik akışının emniyetli, düzenli ve verimli bir şekilde işlenmesini sağlamaktır.

Açık hava sahasındaki uçak trafiğinin kontrolü ve hava sahasında uçan uçakların kullanım ve güvenliğiyle ilgili mevzuat yetkisi, ABD Ulaştırma Bakanlığına bağlı FAA'ya verilmiştir. Küçük İHA'ların kullanımı ve sertifikalandırılması ise 2012 tarihli **FAA Modernizasyon ve Reform Kanunu**'nda tanımlanmıştır. FAA; uçuş güvenliğini sağlamak, insanların ve mülklerinin güvenliğini korumak amacıyla İHA konusunda mevzuat yapma ve uygulama yetkisine sahiptir. FAA'nın 17 Aralık 2015 tarihinde yayımladığı **İHA'lara İlişkin Ülke ve Yerel Mevzuat** belgesi, İHA kullanımına ilişkin resmî düzenlemeleri içermektedir. FAA tarafından yapılan güncellemelerle 25 kg'ın altındaki İHA'lar küçük İHA olarak tanımlanmaktadır.



Görsel 1.36: Amerika Birleşik Devletleri Federal Havacılık İdaresi

FAA'ya Göre İHA'ların Sınıflandırılması

- **Nano:** Azami kalkış ağırlığı 250 g'dan az olan İHA'lar
- **Mikro:** 250 g (dâhil)-2 kg aralığında olan İHA'lar
- **Küçük:** Azami kalkış ağırlığı 2 kg (dâhil)-25 kg aralığında olan İHA'lar
- **Orta:** 25 kg (dâhil)-150 kg aralığında olan İHA'lar
- **Büyük:** Azami kalkış ağırlığı 150 kg (dâhil) ve daha fazla olan İHA'lar

FAA küçük İHA kuralları, 14 CFR (Türkiye'deki SHT-İHA gibi düşünülebilir.) Bölüm 107'de mevcuttur fakat ABD'de her eyaletin drone uçurmak için yasaları farklı olabilmektedir.

ABD'de Türkiye'dekine benzer olarak hobi amaçlı veya ticari amaçlı drone uçuşları yapılabilmektedir. Her iki durumda da drone pilotlarının dikkat etmesi gereken kurallar vardır.

ABD'de drone kullanımı için uçuş izni almanın temel adımları şu şekildedir:

- 1. FAA Kurallarını ve Yönetmeliklerini Anlamak:** İlk adım, FAA tarafından belirlenen drone kullanım kurallarını ve yönetmeliklerini anlamaktır. Bu kurallar, ticari drone operasyonlarını düzenleyen 14 CFR Bölüm 107'de bulunur.
- 2. Eğitim Almak:** Ticari drone operasyonları için pilotlar, FAA tarafından tanınan bir eğitim programını tamamlamalıdır. Bu eğitim programları, dronların güvenli ve yasal bir şekilde kullanılmasını öğretir.
- 3. Ticari Drone Pilot Lisansı (Uçuş Personeli Sertifikası) Başvurusu:** FAA'dan ticari drone pilotu olmak için başvuruda bulunulması gerekir. Bu başvurunun şu kriterlere uygun olması gerekir:
 - En az 16 yaşında olmak.
 - İngilizce dil yeterliliğine sahip olmak.
 - FAA tarafından onaylanmış bir test merkezinde yapılan havacılık testini başarıyla geçmek ve 24 ayda bir yenilemek.
 - Ulaştırma Güvenliği İdaresi [Transportation Security Administration (TSA)] tarafından güvenlik kontrolünden geçmek.
- 4. FAA Sınavını Kazanmak:** FAA tarafından düzenlenen sınavı geçmek gereklidir. Bu sınav, pilotların; dronları güvenli bir şekilde kullanabileceğini, hava trafik kuralları ile yönetmelikleri anladığını ve ticari operasyonlar için uygun olduğunu göstermeyi amaçlar.
- 5. Sertifika Başvurusunu Tamamlamak ve Ücreti Ödemek:** FAA'nın Integrated Airman Certification and Rating Application [İntegreydit Eirmin Sertifikeyşin end Reyting Eplikeyşin (IACRA)] sistemi üzerinden sertifika başvurusunu tamamlamak gerekmektedir. Bu başvuruda sınav sonuçları ve diğer gerekli bilgilerin girilmesi gerekir. Ayrıca sertifika için belirli bir ücretin ödenmesi gerekebilir.
- 6. Sertifika Almak ve Drone Operasyonlarına Başlamak:** Başvuru onaylandığında FAA'dan Remote Pilot Certificate [Rimut Paylıt Sörtıfıkt (Uzaktan Pilot Sertifikası)] alınır. Bu sertifika, ticari drone operasyonlarının yasal olarak gerçekleştirilmesine olanak tanır.

Drone kullanımıyla ilgili olarak FAA'nın belirlediği kurallara ve yönetmeliklere dikkat etmek son derece önemlidir. Belirlenen kurallar uçuş güvenliğini sağlamak ve drone operasyonlarını düzenlemek amacıyla oluşturulmuştur. Bu kuralların ve yönetmeliklerin ihlali hem pilot hem de toplum için risk oluşturabilir ve hukuki sorumluluğu beraberinde getirebilir. Drone kullanıcıları bu nedenle FAA'nın belirlediği kurallara ve yönetmeliklere sıkı bir şekilde uymalı ve güvenlik önlemlerini almalıdır. Ayrıca drone kullanımıyla ilgili güncel bilgilere ve mevzuata dikkat etmek, uçuşlar sırasında sorun yaşanmasını engellemek için çok önemlidir.



BİLGİ KUTUSU

Ticari drone kullanımıyla ilgili kuralların ve prosedürlerin zaman zaman güncellenebileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle en güncel bilgilere ve yönetmeliklere erişmek için FAA'nın resmî web sitesi <https://www.faa.gov/uas> düzenli olarak kontrol edilmelidir.

Pilotların eğitim ve sertifikasyon süreçlerinde ele alınan başlangıç havacılık bilgi testi ve yenileme eğitimi, drone pilotlarının uçuş güvenliğini ve yasal düzenlemelere uyumunu sağlamak için önemlidir.

Başlangıç havacılık bilgi testi ve yenileme eğitiminin bilgi alanları şunlardır:

- a) Küçük insansız hava aracı sistemi yetki imtiyazları, sınırlamaları ve uçuş operasyonuna ilişkin geçerli düzenlemeler
- b) Küçük İHA operasyonlarını etkileyen hava sahası sınıflandırması, işletme gereklilikleri ve uçuş kısıtlamaları
- c) Havacılıkta hava durumu kaynakları ve havanın küçük İHA performansı üzerindeki etkileri
- ç) Küçük insansız uçak yüklemesi
- d) Acil durum prosedürleri
- e) Mürettebat kaynak yönetimi
- f) Telsiz iletişim prosedürleri
- g) Küçük İHA'nın performansının belirlenmesi
- ğ) Uyuşturucu ve alkolün fizyolojik etkileri
- h) Havacılıkta karar verme ve yargılama
- ı) Havaalanı operasyonları
- i) Bakım ve uçuş öncesi denetim prosedürleri
- j) Gece operasyonu

Operasyonel Sınırlamalar

FAA'nın operasyonel sınırlamaları ve kuralları, sivil havacılığın güvenli ve düzenli bir şekilde yürütülmesini sağlamak için oluşturulmuştur. Bu kurallara uymak, uçak güvenliğini ve yolcu güvenliğini artırır; havacılık endüstrisinde operasyonların düzenlenmesini sağlar. Uçuş yapmadan önce FAA kurallarını ve yönergelerini dikkatlice incelemek ve bunlara uymak önemlidir. FAA'nın operasyonel sınırlamaları kısaca şu kuralları kapsar:

- İHA'nın ağırlığı 25 kg'dan az olmalıdır.
- İHA, uzaktan kumandanın ve küçük İHA'nın uçuş kontrollerini gerçekleştiren kişinin görsel iz hatında kalmalıdır [Görsel Görüş Hattı (VLOS)].
- Küçük İHA'lar; operasyona doğrudan katılmayan kişilerin üzerinde, kapalı bir yapı altında veya üstü kapalı sabit bir aracın içinde uçamaz.
- Uçuşlar yalnızca gün ışığında (yerel saatle resmî gün doğumunun 30 dakika öncesinden resmî gün batımının 30 dakika sonrasına kadar) veya uygun çarpışma önleyici aydınlatmayla alaca karanlıkta yapılabilir.
- İHA'lar diğer uçaklara geçiş hakkı vermemelidir.
- Azami yer hızı 160 km/h (100 mph / 87 knot) olmalıdır.
- İHA'lar, yer seviyesinden maksimum 3.400 feet içinde kalmalıdır.
- Kontrol istasyonundan minimum görüş mesafesi 3 mil (4,8 km) olmalıdır.
- Hiç kimse, aynı anda birden fazla İHA'nın operasyonunda uzaktan kumanda eden pilot veya görsel gözlemci (VO) olarak görev yapamaz.
- Hareket hâlindeki bir uçaktan operasyon yapılmaz.
- Operasyon seyrek nüfuslu bir alan üzerinde olmadığı sürece hareket hâlindeki bir araçla operasyon yapılmaz.
- Dikkatsiz ve düşüncesiz uçuşlar yapılamaz.

- Tehlikeli madde taşınması yasaktır.
- Ücret veya kira karşılığında mal taşıma izni şu koşullarda verilir:
 - Hava aracının kendisi, bağlı sistemleri, yükü ve kargosu toplamda 25 kg'dan az ağırlığa sahip olmalıdır.
 - Uçuş, görsel görüş hattı içinde gerçekleştirilmelidir. Ayrıca hareket eden bir araç veya hava aracından uçuş yapılmamalıdır.
- Başvuru sahibinin, feragat belgesi koşulları altında operasyonunun güvenli bir şekilde yürütülebileceğini göstermesi durumunda yukarıda tartışılan kısıtlamaların çoğundan feragat edilebilir.

Komuta sahibi bir uzaktan pilotun görevleri şunları içerir:

- Talep üzerine küçük UAS'yi inceleme veya test için ve kural uyarınca tutulması gereken ilgili belgeleri / kayıtları FAA'ya sunmak.
- En azından ciddi yaralanma, bilinç kaybı veya en az 500 ABD doları tutarında maddi hasarla sonuçlanan herhangi bir operasyonun ardından 10 gün içinde FAA'ya rapor vermek.
- Küçük UAS'nin güvenli bir şekilde çalışabilecek durumda olduğundan emin olmak için belirli uçak ve kontrol istasyonu sistem kontrollerini içeren bir uçuş öncesi inceleme gerçekleştirmek.
- Küçük İHA'nın ilgili yönetmelikte belirtilen mevcut kayıt gerekliliklerine uygun olduğundan emin olmak.

Gelişmiş Operasyonlar

Drone operasyonları genellikle Küçük İHA Kuralları (14 CFR Bölüm 107) veya bir modelci topluluğu tabanlı organizasyonun eğlence amaçlı uçuş kuralları çerçevesinde gerçekleştirilir. Ancak daha karmaşık operasyonlar ek sertifikasyon veya onay gerektirebilir. Bu karmaşık operasyonlar için ilgili düzenleyici kurumlarla iletişime geçmek, gerekli izinleri ve sertifikaları almak önemlidir. Alınacak sertifikasyonlar ve onayları şu şekilde sıralanabilir:

- Uçak Sertifikasyonu:** Bazı drone türleri sertifikasyona ihtiyaç duyar.
- Acil Durumlar İçin Operasyon Onayları:** Acil durumlar için özel izinler ve protokoller gerekir.
- Kimyasalların ve Tarımsal Ürünlerin Dağıtım (Bölüm 137):** Kimyasal veya tarımsal ürünlerin drone'larla dağıtılması için özel düzenlemeler gerekir.
- Drone ile Paket Teslimatı:** Ticari amaçlarla drone'larla paket teslimatı gerçekleştirmek için özel izinler ve sertifikalara ihtiyaç duyulur.
- Üst Sınıf E-Trafik Yönetimi:** Hava trafiğinin yoğun olduğu bölgelerinde drone'ların uçuşları için özel izinler ve trafik yönetimi kuralları gerekir.
- Şehir İçi Hava Hareketliliği ve Gelişmiş Hava Hareketliliği:** Şehir içi hava trafiği ve gelişmiş hava hareketliliği konularında drone'ların kullanımı için özel düzenlemeler ve izinler gerekir.

Acil Durumlar

Doğal afetlere ve acil durumlara müdahale eden ekipler ile diğer kuruluşlar, drone'ları hızlı bir şekilde kullanabilmek için özel onay süreçlerine sahip olabilir. Bu onaylar, acil durumlarda başa çıkmak için operasyonların hızlı ve etkili bir şekilde yürütülmesine yardımcı olur. İşte bu tür ekipler ve kuruluşlar için göz önünde bulundurulacak işlemlerden bazıları şunlardır:

- Yangın Söndürme:** Yangın söndürme ekipleri, acil bir yangını kontrol altına almak ve söndürmek için hızlı bir şekilde drone'ları kullanabilir.
- Arama Kurtarma:** Drone'lar, kayıp kişilerin veya felaket bölgelerinde mahsur kalanların tespitinde ve kurtarılmasında kullanılır.

- c) **Kanun Yaptırımları:** Polis veya kanun yaptırım ekipleri; olay yeri incelemesi, izleme veya hızlı tepki gerektiren diğer operasyonlar için drone'ları kullanabilir.
- ç) **Hizmet veya Diğer Kritik Altyapı Restorasyonu:** Acil durum sonrası elektrik hatları, iletişim altyapısı veya su temini gibi kritik altyapının hızla onarılması için drone'lar kullanılabilir.
- d) **Felaket Durumunda Kurtarmaya İlişkin Sigorta Taleplerini Destekleyen Hasar Tespitleri:** Sigorta şirketleri, doğal afetler sonucunda oluşan hasarı belirlemek için drone'ları kullanabilir.
- e) **Kamuoyuna Önemli Bilgiler Sağlayan Medya Yayınları:** Haber kuruluşları, afet bölgelerinden canlı yayın yapmak veya hava durumunu izlemek için drone'ları kullanabilir.

Drone ile Paket Teslimatı (Bölüm 135)

CFR Bölüm 135, Amerika Birleşik Devletleri'nde insansız hava araçları kullanarak paket veya kargo teslimatı hizmeti sunan, operasyonları düzenleyen bir kavramdır. Bu kavram, Amerika Birleşik Devletleri'nde sivil havacılığı denetleyen Federal Havacılık Yönetmelikleri (FAR), Bölüm 135'in içinde yer almaktadır. Bölüm 135, hava taşıyıcılarını ve operatörlerini sertifikalandırma, işletme ve diğer ilgili düzenlemeleri içerir. Bu düzenlemeler, ticari drone operasyonlarının güvenli ve yasal bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamak amacıyla oluşturulmuştur.

Paket teslimatı gibi ticari operasyonlar için drone kullanmak isteyen operatörler, bu işlemi yasal ve güvenli bir şekilde gerçekleştirebilmek için Bölüm 135'e göre sertifikasyon ve onay almak zorundadır. Bu sayede drone aracılığıyla paketlerin güvenli ve etkili bir şekilde teslim edilmesi sağlanır. Bu düzenlemeler, ticari drone operasyonlarının güvenliğini ve düzenini sağlamayı amaçlamaktadır.

Son yıllarda birçok şirket, özellikle kısa mesafelerde hızlı teslimat gerektiren ürünler için verimliliği artırmak ve teslimat sürelerini kısaltmak amacıyla drone'lar aracılığıyla paket teslimatını araştırmaktadır. Ancak Bölüm 135 gereksinimleri ve düzenlemeleri ülkeye göre farklılık gösterebilir. Bu nedenle drone ile paket teslimatı operasyonları planlandığında ilgili havacılık otoritesine danışmak ve yerel düzenlemelere tam olarak uymak önemlidir. Bu, operasyonların yasal ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamak için kritik bir adımdır.

ABD'de Uçuşa Yasak Bölgeler ve Uçuş İzni

Uçmak istenilen yerde herhangi bir hava sahası kısıtlaması olup olmadığına FAA'nın resmî sitesi olan B4UFLY (https://www.faa.gov/uas/getting_started/b4ufly) uygulamasından bakılır. Uygulama, eğlence amaçlıdır. Diğer drone kullanıcılarına durumsal farkındalık sağlar fakat kullanıcıların kontrollü hava sahasında uçmak için hava sahası yetkileri almasına izin vermez. Bu izin yalnızca FAA'nın Alçak İrtifa Yetkilendirme ve Bildirim Yeteneği (LAANC) aracılığıyla mümkündür.

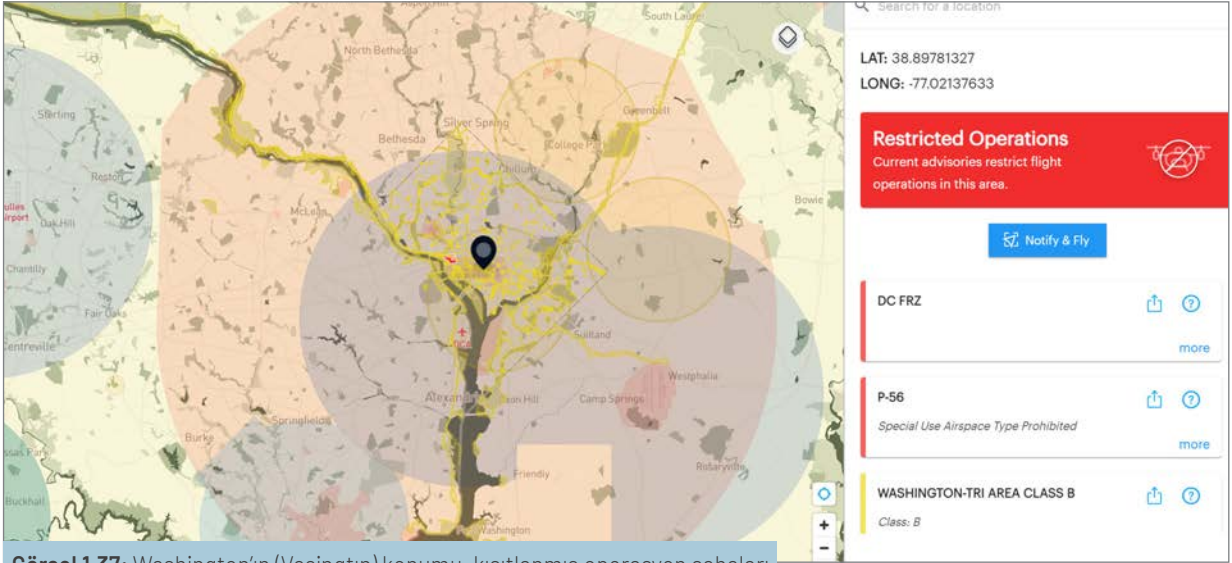
FAA tarafından yürütülen Alçak İrtifa Yetkilendirme ve Bildirim Yeteneği; kontrollü hava sahasında uçmak için izin almanın tek yoludur. Ayrıca drone'un ağırlığı 250 g'dan fazlaysa FAADroneZone (<https://faadronezone-access.faa.gov/>) internet sitesinden izin alma işlemleri yapılır.



7. SIRA SİZDE

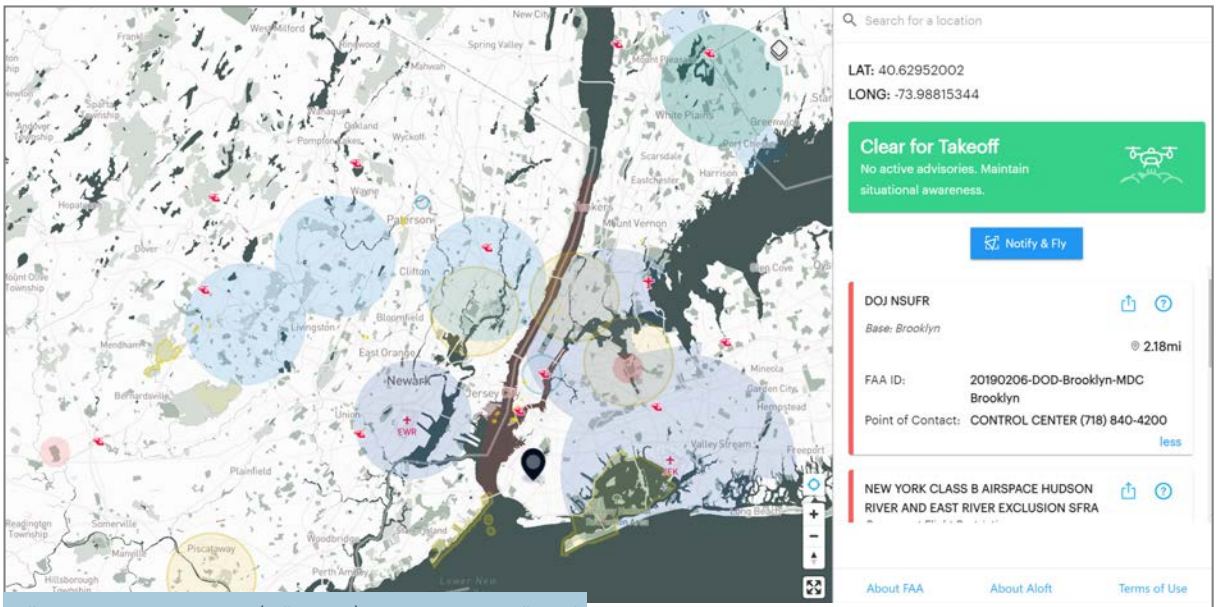
Drone ile acil tıbbi malzeme teslimatı veya kritik yedek parça ulaştırması yapılacaktır. Bu senaryoyu FAA ve SHGM'nin yasal çerçevesi bağlamında kendi düşüncelerinizi aktararak tartışınız. Tartışmada yasal düzenlemelerin avantajları, zorlukları ve eksiklikleri üzerine odaklanınız.

Görsel 1.37'deki konum, kırmızı alanın içinde kaldığı için B4UFLY uygulamasına göre burada drone uçuşu yapılamaz.



Görsel 1.37: Washington'ın (Vaşington) konumu, kısıtlanmış operasyon sahaları

Görsel 1.38'deki konum, renksiz alanın içinde kaldığı için B4UFLY uygulamasına göre drone uçuşu yapılabilir. Fakat kırmızı bölgelere dikkat etmek gerekir. Diğer renkli alanlar kontrollü hava sahalarıdır. Burada ise belirli şartlar altında uçuş yapılabilir.



Görsel 1.38: New York'un (Nüv York) konumu, uçuş bölgesi

Görsel 1.39'da FAA'nın örnek bir NOTAM yayını yer almaktadır. Bu yayına göre tarih, yer, başlangıç ve bitiş zamanı, sebep, tip, etkilenen alan, operasyon kısıtlamaları ve gereklilikleri gibi bilgilere ulaşmak mümkündür.

TFR List
TFR Map
Map Airports
TFR Help
NOTAM SEARCH
SUA

NOTAM

Number : FDC 3/1690 Download shapefiles

Issue Date : August 27, 2023 at 0225 UTC

Location : NEW YORK, New York near LA GUARDIA VOR/DME (LGA)

Beginning Date and Time : August 28, 2023 UTC 1400-0359 Daily

Ending Date and Time : September 09, 2023 UTC

Reason for NOTAM : Temporary flight restrictions for Special Security Reasons

Type : Security

Replaced NOTAM(s) : N/A

Jump To: [Affected Areas](#)
[Operating Restrictions and Requirements](#)
[Other Information](#)

Affected Area(s) Top

Airspace Definition:
On the LA GUARDIA VOR/DME (LGA) 166 degree radial
Center: at 2.2 nautical miles. (Latitude: 40°45'00"N, Longitude: 73°50'49"W)
Radius: 1 nautical miles
Altitude: From the surface up to and including 1000 feet AGL


Effective Date(s):
In UTC:
1400 to 0359 UTC Daily starting August 28 and ending September 9.

In Local EDT:
1000 to 2359 EDT Daily starting August 28 and ending September 8.

Operating Restrictions and Requirements Top

No UAS operations are authorized in the areas covered by this NOTAM (except as described).

EXC AS SPECIFIED BLW:



[Click for Sectional](#)
[NOTAM Text](#)

Görsel 1.39: FAA'ya ait New York bölgesi için örnek NOTAM yayını



BİLGİ KUTUSU

Küçük insansız hava sistemleri, küçük İHA, uzaktan kumandalı hava sistemleri, insansız hava aracı (İHA), insansız hava sistemi (UAS) ve drone, belirtilmediği sürece birbirinin yerine kullanılabilen terimlerdir. Model uçak, oyuncak, uzaktan kumandalı ve RC uçaklar, belirtilmediği sürece aynı düzenlemelerin kapsamında olabilir.



1. ETKİNLİK

Süre: 80 dk.

Drone Taşımacılığı Mesleki Eğitim Uygulama Gezisi

Drone taşımacılık alanında faaliyet gösteren lojistik şirketlere yönelik mesleki eğitim uygulama gezisi düzenlemek için aşağıdaki etkinlik planı kullanılabilir. Bu plan, öğrencilere drone taşımacılığı konusunda pratik bilgi ve deneyim kazandırmak amacıyla tasarlanmıştır. Aşağıdaki örnek gezi programı doğrultusunda ders öğretmeni rehberliğinde şirketlere yönelik mesleki eğitim uygulama gezisi planlayınız. Gezi sırasında deneyimleriniz ile ilgili rapor hazırlayarak sınıfta paylaşınız.

Amaçlar

- Drone taşımacılığının temel prensiplerini ve uygulamalarını öğrenmek.
- Lojistik sektöründeki son teknolojileri ve yenilikleri keşfetmek.
- Drone taşımacılığının lojistik süreçlere olan katkısını anlamak.

Program

1. Karşılama ve Tanışma (15 Dakika)

- Öğrencilerin karşılanması ve öğrencilere etkinliğin amacının açıklanması
- Öğrencilere etkinlik programı hakkında bilgi verilmesi

2. Genel Tanıtım (15 Dakika)

- Lojistik şirketinin genel tanıtımı, geçmişi ve vizyonu
- Drone taşımacılığı ve lojistik sektöründeki yeri hakkında bir sunum

3. Drone Teknolojisi ve Uygulamaları (30 Dakika)

- Drone'ların teknik özellikleri ve işlevleri hakkında bilgi
- Drone taşımacılığının güncel uygulamaları ve faydaları

4. Drone Gösterisi (15 Dakika)

- Drone taşımacılığı uygulamalarının canlı bir gösterisi
- Öğrencilerin drone kullanımını izlemeleri ve drone kontrolünü denemeleri (eğitmen kontrolünde)

5. Drone Taşımacılığı Süreçleri (15 Dakika)

- Drone taşımacılığı süreçlerinin ayrıntılı bir açıklaması
- Drone taşımacılığının lojistik süreçlerine olan katkısı

6. Uygulama Deneyimi (45 Dakika)

- Öğrencilerin drone taşımacılığını uygulamalı olarak denemesi (eğitmen gözetiminde)
- Drone taşımacılığı için gerekli yazılımların kullanımı

7. Soru-Cevap ve Değerlendirme (10 Dakika)

- Öğrencilerin sorularını sorması
- Etkinliği değerlendirmeleri ve geri bildirim vermesi için öğrencilere fırsat verilmesi

8. Kapanış (15 Dakika)

- Teşekkür edilmesi ve öğrencilere sertifikaların verilmesi
- Öğrencilere iletişim bilgileri ve kaynakların sunulması

1.3. NESNELERİN İNTERNETİ (IoT) VE UZAY LOJİSTİK OPERASYON İŞLEMLERİ

Nesnelerin interneti IoT [Internet of Things (intırnet iv tinks)], akla gelebilen her türlü nesnenin internete erişiminin ve diğer aygıtlarla iletişiminin olmasıdır. Nesnelerin interneti kavramı altında geliştirilen ürünler genellikle mobil aygıtlar ve tabletler ile birlikte çalışmaktadır. Her nesnenin mobil ağ üzerinden erişilebilen bir uygulaması olur ve böylece bu uygulama sayesinde nesnelere bildirimleri uygulamalara aktarabilir.

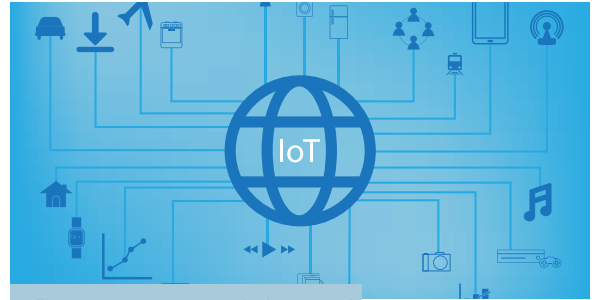
Nesnelerin interneti hem insanlar hem de şirketler için çok çeşitli faydalar ortaya koymaktadır. Çeşitli endüstri kuruluşları tarafından kullanımı giderek yaygınlaşan nesnelerin interneti teknolojisi şirketlerin daha verimli çalışmalarını, daha iyi müşteri hizmeti sunmalarını ve daha etkili karar verme süreçleri yürütmelerini sağlamaktadır.

IoT teknolojisi; başta lojistik olmak üzere farklı sektörlerde verimliliği artırmaya, maliyetleri düşürmeye, müşteri memnuniyetine, pazar payını artırmaya ve enerji tasarrufuna olanak sağlar. Lojistik faaliyetleri; kompleks operasyonlar, yoğun iş temposu, özellikle iş yerlerinde ağır iş yükü gibi özellikleri içerir. Lojistik süreçlerindeki iş yoğunluğunun dengelenmesi ve verimliliğin artırılması için dijital teknolojilerden biri olan nesnelerin interneti teknolojisi büyük önem taşır.

Lojistik faaliyetleri; sadece kara, hava ve deniz yollarını değil aynı zamanda uzay yolculuğunu da kapsamaktadır. Son yılların dikkat çeken lojistik türü ise uzay lojistiğidir. Bu tür, uzay araştırmaları sırasında mürettebatın ihtiyaç duyduğu yükleri taşıma, depolama ve takip etme işlevini üstlenmektedir. Uzay lojistiği, oldukça kapsamlı bir alandır ve IoT gibi son teknolojileri içerir. Uzay araçlarının lojistik ağına dayalı olarak tasarlanması; rehberlik, navigasyon, kontrol gibi geleneksel unsurların yanı sıra tedarik zinciri yönetimine dayalı olarak sistemin güvenilir, zararsız, kontrol edilebilir, ekonomik ve uzun süreli uzay görevlerinde performans gösterebilecek şekilde olmasını gerektirmektedir.

1.3.1. Nesnelerin İnterneti Kavramı

Nesnelerin interneti (IoT) kavramı, modern kablosuz iletişim teknolojilerinin gelişimiyle birlikte popüleritesi artan bir kavramdır. Bu kavramın temel amacı, dünyadaki nesnelerin birbirleriyle iletişim kurmasını sağlayarak insan hayatını kolaylaştırmayı hedefleyen uygulamaların geliştirilmesidir. Nesnelerin interneti; lojistik, sağlık, ulaşım, üretim, turizm gibi geniş bir yelpazedeki uygulamalarla toplumların ve ekonomilerin pek çok yönünü etkileyici bir şekilde değiştirmektedir (Görsel 1.40).



Görsel 1.40: Nesnelerin interneti

Nesnelerin interneti (IoT); lojistik, e-sağlık, ev otomasyonu, akıllı çevre, akıllı su, akıllı tarım, akıllı hayvancılık, akıllı enerji, akıllı şehirler, akıllı ölçüm, endüstriyel kontrol, güvenlik ve acil durumlar, alışveriş gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu uygulama alanlarında daha üstün hizmet sunmak, verimliliği ve üretkenliği artırmak için kullanılmaktadır.

Nesnelerin interneti cihazların veya makinelerin insan müdahalesine veya manuel veri girişine ihtiyaç duymadan kendi aralarında veri iletişimi kurduğu, bilgi topladığı ve toplanan verilerle kararlar aldığı bir ağ yapısı olarak tanımlanmaktadır.

Nesnelerin interneti (IoT), günlük hayatta kullanılan cihazların internet üzerinden birbiriyle iletişim kurmasını, cihazlardaki verilerin toplanmasını ve kontrol edilmesini sağlayan bir teknolojidir. Bu teknoloji verilerin analizini yaparak sağlıklı kararlar alınmasını sağlar (Görsel 1.41).

Nesnelerin internetinin günlük yaşamda nasıl kullanılabileceğini gösteren örnekler şu şekilde sıralanabilir:



Görsel 1.41: Nesnelerin interneti akıllı ev uygulaması

- Buzdolabında Sütün Bittiğini Tespit Edebilme:** Buzdolabı içindeki sensörler, sütün bittiğini algıladığında bu bilgiyi internet aracılığıyla kullanıcının telefonuna veya başka bir cihaza iletebilir. Kullanıcı bu bilgiyi alır almaz telefonundan en yakın markete sipariş vermek için bir uygulama kullanabilir. Aynı zamanda ödeme işlemini de online olarak gerçekleştirebilir.
- Araç Takip Sistemlerinin Otomatik Yardım Çağrısı:** Araçlarda bulunan IoT cihazları, kazayı algıladığında otomatik olarak bir yardım çağrısı yapabilir. Böylece acil durumlarda hızlı yardım alınmasını sağlar. Ayrıca bu sistemler araç konumunu takip ederek hırsızlık durumlarında aracın bulunmasına yardımcı olur.
- Ev Otomasyonu Uygulamaları:** IoT, evdeki aygıtları birbirine bağlayabilir ve uzaktan kontrol edilebilir hâle getirebilir. Örneğin bir akıllı telefon uygulaması aracılığıyla ısıtma sistemi uzaktan açılabilir veya kapatılabilir. Ayrıca güvenlik sistemlerini kontrol etmek, ev içi aydınlatmayı ayarlamak veya hava kalitesini izlemek gibi birçok işlem uzaktan gerçekleştirilebilir. IoT; daha verimli, güvenli ve kullanıcı dostu birçok uygulama sunar ancak bu teknolojinin kullanılmasıyla ilgili bazı güvenlik ve gizlilik sorunları da vardır. Bu yüzden cihazların ve verilerin korunmasına dikkat edilmesi gerekir.

1.3.1.1. IoT Bileşenleri

IoT'nin dört temel bileşeni vardır (Görsel 1.42). Birincisi nesne bileşenidir ve nesne bileşeni fiziksel cihazlar ile internete bağlı olan araçlardan oluşur. İkincisi insan bileşenidir ve IoT'ye etkin bağlantı sağlayan unsur insanlardır. Üçüncüsü veri bileşenidir, nesneler ve insanlar tarafından üretilen bilgilerden oluşur. Bu veriler analiz edilerek kullanılabilir bilgi hâline getirilir ve insanlara veya makinelerine iletilir. Sonuncusu süreç bileşenidir, diğer bileşenler arasındaki etkileşimi yönlendirir ve doğru zamanda doğru kişiye veya cihaza erişimi sağlar. IoT, bu dört bileşeni bir araya getirerek insan-süreç-veri-nesne arasındaki iletişimi sağlar ve IoT'nin temel işleyişini oluşturur.



Görsel 1.42: IoT bileşenleri

Nesnelerin interneti (IoT); farklı türde sensörleri kullanarak nesnelerin veri toplamasını, iletişim kurmasını ve etkileşimde bulunmasını sağlar. Bu sensörler, çeşitli fiziksel özellikleri ve parametreleri ölçerek çevresel verileri toplar, bu verileri dijital platformlara ileterek analiz edilebilir hâle getirir. Farklı uygulamalara yönelik olarak nesnelerin interneti projelerinde kullanılır. IoT çözümleri genellikle birden fazla sensörü entegre ederek geniş bir veri yelpazesini toplama ve analiz etme yeteneği sağlamaktadır.

Nesnelerin interneti için kullanılan sensör türleri şunlardır:

- **Açı Sensörleri:** Nesnelerin eğim veya yön değişikliklerini ölçer. İnşaat makineleri, drone'lar ve navigasyon uygulamalarında kullanılır.
- **Ağırlık ve Yük Sensörleri:** Nesnelerin ağırlığını ölçer. Endüstriyel tartı sistemleri, lojistik ve tedarik zinciri yönetimi için kullanılır.
- **Akıllı Kameralar:** Görüntü işleme yetenekleriyle nesnelere tanımlama, hareketi tespit etme gibi işlemler için kullanılır.
- **Basınç Sensörleri:** Atmosferik basıncı ölçer. Hava durumu izleme, yükseklik ölçümü gibi uygulamalarda kullanılır.
- **Karbondioksit (CO₂) Sensörleri:** Karbondioksit seviyesini ölçer. İç mekân hava kalitesinin izlenmesi için kullanılır.
- **Elektrik Akım Sensörleri:** Elektrik devrelerindeki akımı ölçer. Enerji tüketiminin ve cihazların durumunun izlenmesi için kullanılır.
- **Elektromanyetik Alan Sensörleri:** Elektromanyetik alanın gücünü ölçer. Elektromanyetik radyasyon izleme, radyo frekans analizi gibi uygulamalarda kullanılır.
- **Gaz Sensörleri:** Çeşitli gazların varlığını tespit eder. Hava kalitesinin ve gaz sızıntılarının tespiti gibi uygulamalarda kullanılır.
- **Göz Takip Sensörleri:** Göz hareketlerini izler. İnsan-makine etkileşimi, kullanıcı deneyimi ve tıbbi uygulamalarda kullanılır.
- **Hareket Sensörleri:** Hareketi tespit ederek belirli bir alanın aktivitesini izlemek için kullanılır. PIR (passive infrared) sensörleri, ultrasonik sensörler gibi çeşitli hareket sensörleri mevcuttur.
- **Hava Kalitesi Sensörleri:** Hava içindeki partikül madde miktarını, volatile organic compounds [volatayıl organik kompaundz (VOC)] ve diğer kirleticileri ölçer. İç mekân hava kalitesini izlemek için kullanılır.
- **Hız ve Hızlanma Sensörleri:** Hız ve hızlanma değişikliklerini algılar. Otomotiv sektöründe araçların hareketini izlemek için kullanılır.
- **Isıtma Sensörleri:** Sıcaklık değişimlerini algılar ve ısıtma sistemlerini kontrol etmek için kullanılır.
- **Işık Sensörleri:** Ortam ışığını ölçer ve aydınlatma koşullarını izler. Otomatik aydınlatma sistemleri, güneş enerjisi izleme gibi uygulamalarda kullanılır.
- **İvmeölçerler:** Nesnelerin hızlanma veya yavaşlama durumlarını tespit eder. Otonom araçlar, spor izleme cihazları ve sanal gerçeklik uygulamalarında kullanılır.
- **Jiroskop Sensörleri:** Nesnelerin hareketini ve rotasyonunu izler. Otonom araçlar, drone'lar ve hareketli cihazlar için kullanılır (Görsel 1.43).
- **Kalibrasyon Sensörleri:** Diğer sensörlerin doğruluğunu ve hassasiyetini kontrol eder. Hassas ölçümler ve kalibrasyon gerektiren uygulamalarda kullanılır.
- **Kapasitif Sensörler:** Kapasite değişikliklerini ölçer. Dokunmatik ekranlar, varlık tespiti, metal tespiti gibi uygulamalarda kullanılır.
- **Koku Algılama Sensörleri:** Belirli kokuları tespit eder. Gaz tespiti, gıda kalite kontrolü ve tıbbi tanı uygulamalarında kullanılır.



Görsel 1.43: Drone'lar için jiroskop sensörleri

- **Konum Sensörleri (GPS, GNSS):** GPS veya Küresel Navigasyon Uydu Sistemi (GNSS) kullanarak nesnelerin coğrafi konumunu izler. Taşımacılık, araç takip, yol haritaları oluşturma gibi uygulamalarda kullanılır.
- **Kimyasal Sensörler:** Belirli kimyasal bileşenleri tespit eder. Kimyasal sızıntı izleme, su kalitesi izleme gibi uygulamalarda kullanılır.
- **Manyetik Sensörler:** Manyetik alan değişikliklerini algılar. Manyetik anahtarlar, manyetik kompaslar gibi çeşitli manyetik sensörler için kullanılır.
- **Mikrofonlar:** Sesleri algılar. Ses kontrol sistemleri, güvenlik uygulamaları ve ses analitiği için kullanılır.
- **Mikrodalga Sensörler:** Elektromanyetik dalgalar kullanarak nesnelerin hareketini ve varlığını tespit eder. Hareketli kapılar, güvenlik sistemleri ve otomatik aydınlatma için kullanılır.
- **Ozon Sensörleri:** Ozon gazının varlığını ölçer. Hava kalitesi izleme, ozon tabakası izleme gibi uygulamalarda kullanılır.
- **pH Sensörleri:** Sıvıların asitlik veya bazlık seviyesini ölçer. Toprak analizi, su arıtma gibi alanlarda kullanılır.
- **Radyasyon Sensörleri:** Radyasyon seviyelerini ölçer. Nükleer enerji tesislerinde, tıbbi uygulamalarda ve çevresel izlemede kullanılır.
- **Radar Sensörleri:** Elektromanyetik dalgalar kullanarak nesnelerin konumunu ve hızını tespit eder. Özellikle trafik ve hareket izleme uygulamalarında kullanılır.
- **Renk Algılama Sensörleri:** Nesnelerin rengini tespit eder. Endüstriyel otomasyon, renk kodlama ve kalite kontrol uygulamalarında kullanılır.
- **RFID Sensörleri:** Radyo frekanslı tanımlama teknolojisiyle nesnelere izler. Ürün takibi, envanter yönetimi gibi alanlarda kullanılır.
- **Röle Sensörleri:** Elektriksel devreleri açma veya kapama yeteneğine sahiptir. Uzaktan cihaz kontrolü ve otomasyon uygulamalarında kullanılır.
- **Sıcaklık ve Nem Sensörleri:** Çevredeki sıcaklık ve nem seviyesini ölçer. Genellikle hava durumunun izlenmesi, depo ortamlarının izlenmesi, iklim kontrolü gibi alanlarda kullanılır.
- **Su Seviye Sensörleri:** Su seviyesini ölçerek suyun yükselmesini veya düşmesini izler. Sel tehlikesinin değerlendirilmesi, su depolarının izlenmesi gibi uygulamalarda kullanılır.
- **Titreşim Hızı Sensörleri:** Titreşim hızını ve frekansını ölçer. Makine durumu izleme, tesis güvenliği ve bakım yönetimi için kullanılır.
- **Titreşim Sensörleri:** Titreşimleri ölçerek nesnelerin hareketini veya titreşimini tespit eder. Yapısal sağlık izleme, makine durumu izleme gibi alanlarda kullanılır.
- **Ultrasonik Sensörler:** Ses dalgalarını kullanarak mesafe ölçümü yapar. Özellikle engel tespiti ve uzaklık ölçümü için kullanılır.
- **Uzaklık Sensörleri:** Nesnelere olan uzaklığı ölçer. Robotik, otomasyon, engel tespiti gibi alanlarda kullanılır.
- **Yakıt Seviye Sensörleri:** Araç yakıt tankları ve endüstriyel depolama tanklarında sarf ve seviye tespiti için kullanılır.
- **Yaklaşım Sensörleri:** Nesnelerin yakınlığını tespit eder. Kapı, asansör, otomatik musluk vb.nin otomasyon uygulamalarında kullanılır.

1.3.1.2. Lojistik Alanında Nesnelerin İnterneti

Teknolojinin ilerlemesi, lojistiğin evrimiyle sıkı sıkıya bağlıdır. Farklı sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler, rekabetçi olabilmek ve iş verimliliğini artırmak amacıyla nesnelerin interneti gibi teknolojileri kullanma eğilimindedir. Bu yaklaşım, dijital dönüşüme ayak uydurma ve rakiplerine karşı avantaj sağlama amacını taşır. Lojistik sektörü de teknolojik imkânları maksimum düzeyde kullanma konusunda öncü bir rol oynamaktadır.

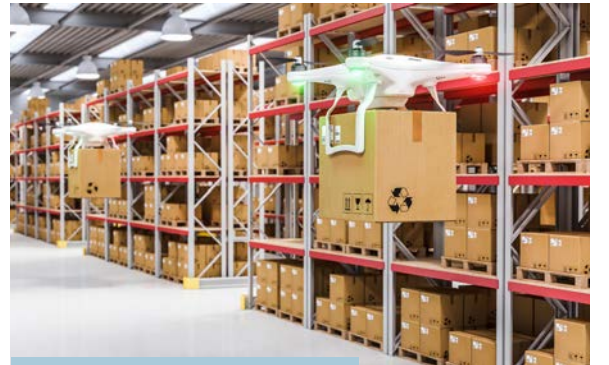
Nesnelerin interneti (IoT), fiziksel nesnelerin internet üzerinden iletişim kurup veri paylaşmasını sağlayan bir kavramdır. Lojistik alanında nesnelerin interneti; lojistik işlemlerde bu teknolojilerin kullanımıyla daha etkin, izlenebilir ve yönetilebilir bir tedarik zinciri oluşturmayı hedefler. Bu teknolojiler; lojistik süreçlerini daha verimli hâle getirme, maliyetleri düşürme, kaynakları en uygun duruma getirme ve müşteri memnuniyetini artırma amacıyla kullanılır.

Lojistik alanında nesnelerin internetinin temel bileşenleri şunlardır:

- a) Nesnelerin Sensörleri ve İzleyicileri:** Fiziksel nesneler üzerine entegre edilen sensörler ve izleyiciler sayesinde nesnelerin konum, durum, sıcaklık, nem gibi verileri gerçek zamanlı olarak toplanır.
- b) Veri İletişimi:** Sensörlerden alınan veriler kablosuz veya kablolu bağlantılar aracılığıyla internete iletilir. Bu veriler, bulut tabanlı veya yerel veri merkezlerinde işlenir.
- c) Bulut Bilişim ve Veri Analitiği:** Toplanan veriler, bulut bilişim altyapısı üzerinde depolanır ve analiz edilir. Bu analizler, lojistik operasyonlarını en uygun duruma getirmek ve gelecekteki eğilimleri tahmin etmek için kullanılır.
- ç) Uzaktan İzleme ve Kontrol:** Lojistik süreçlerdeki nesneler uzaktan izlenebilir ve kontrol edilebilir. Örneğin taşıma araçlarının konumu izlenebilir, depoların sıcaklığı uzaktan ayarlanabilir.
- d) Tedarik Zinciri Optimizasyonu:** Hammadde tedariki, üretimi, depolanması, taşınması, dağıtılması gibi aşamaların etkin bir şekilde yönetilmesini sağlar.
- e) Gerçek Zamanlı İzleme ve Bildirimler:** Lojistik operasyonlarını gerçek zamanlı olarak takip etmeyi ve gerektiğinde anlık bildirimler almayı sağlar. Bu şekilde sorunlar hızla tespit edilir ve çözüme kavuşturulur.
- f) Veri Güvenliği:** Veri güvenliği büyük bir öneme sahiptir. Lojistik alanında kullanılan sensörlerden gelen verilerin güvende olduğundan emin olmak için gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Lojistik sektöründe, bilgisayar destekli otomasyon sistemleri sayesinde birçok taşımacılık süreci kontrol edilmektedir. Ayrıca otonom çalışan sürücüsüz tırlar, kaptansız gemiler, pilotsuz uçaklar, drone'lar gibi teknolojiler ile teslimat gerçekleştirilmektedir (Görsel 1.44). Bu süreçlerde IoT ve bulut teknolojisi kullanılarak verimlilik artırılmaktadır.

Lojistik faaliyetleri, genellikle karmaşık ve dinamik özellikler gösteren tedarik zinciri performansını yönlendiren hizmetleri, varlıkları, finansal işlemleri ve bilgi akışlarını yönetmeyi içerir. Teknolojik gelişmeler, özellikle nesnelerin interneti gibi, lojistik sistemlerinde verinin kullanılabilirliğini ve hacmini artırmıştır.



Görsel 1.44: Drone'larla teslimat

Nesnelerin interneti teknolojileri, lojistik sektöründeki işlemleri otomatikleştirme, basitleştirme ve daha verimli hâle getirme amacıyla kullanılmalıdır (Görsel 1.45).

1.3.1.3. Lojistik Alanında Nesnelerin internetinin Avantajları

Nesnelerin interneti (IoT), lojistik sektöründe işletmelere çeşitli avantajlar sunmaktadır. Sunulan avantajların en büyüklerinden biri, gelişmiş görünürlük ve izlemedir. IoT cihazları, gönderilerin gerçek zamanlı izlenmesi için kullanılır; bu da şirketlerin gönderileri anlık olarak takip etmelerine ve yol boyunca ortaya çıkan sorunları çözmelerine yardımcı olur. Bu artan görünürlük, gönderileri yönetmek ve izlemek için harcanan zaman ve kaynakları azaltarak operasyonel maliyetleri düşürmeye yardımcı olur.

Nesnelerin interneti temelli uygulamaların faydaları şunlardır:

- **Gerçek Zamanlı Takip:** Nesnelerin anlık olarak izlenmesini sağlar. Bu da envanter, kargo ve taşıma araçlarının anlık konumu, durumu ve koşulları hakkında veri elde edilmesini sağlar. Elde edilen veriler, teslimat süreçlerini uygun duruma getirmeye yardımcı olur (Görsel 1.46).
- **Operasyonel Verimlilik:** Lojistik operasyonların daha verimli bir şekilde yönetilmesini sağlar. Araç rotaları, teslimat zamanlamaları ve tedarik zinciri yönetimi daha etkili bir şekilde planlanabilir. Bu da yakıt tasarrufu, zaman tasarrufu ve iş gücü verimliliği sağlar.
- **Envanter Yönetimi:** Depolarda ve taşıma araçlarında bulunan ürünlerin sürekli takip edilmesini sağlar. Bu sayede envanter seviyeleri, gerçek zamanlı olarak takip edilir ve stok yönetimi daha etkin hâle gelir.
- **Tedarik Zinciri Görünürlüğü:** Tedarik zincirinin farklı aşamalarında olan nesnelerin izlenerek daha fazla görünürlük elde edilmesini sağlar. Bu sayede üreticiler, tedarikçiler, dağıtım merkezleri ve perakende noktaları arasındaki bilgi akışı artar.
- **Hassas Veri Toplama:** Sıcaklık, nem, titreşim gibi çevresel koşulların ölçülmesini sağlar. Bu sayede hassas ürünlerin (ilaç, gıda, tıbbi malzeme vb.) taşınmasında ve depolanmasında güvenilirlik sağlanır.
- **Tahmin ve Analiz:** Toplanan verilerin analiz edilerek gelecekteki eğilimlerin ve taleplerin tahmin edilebilmesini sağlar. Bu durum; talep tahmini, envanter yönetimi ve stok seviyelerini uygun duruma getirme açısından büyük bir öneme sahiptir.
- **Uyarı ve Alarm Sistemleri:** Belirli koşulların dışına çıktığında, otomatik uyarı sinyalleri göndererek olası sorunların erken aşamada tespit edilmesini ve önlenmesini sağlar.
- **Müşteri Deneyimi İyileştirmesi:** Müşterilere gerçek zamanlı teslimat takibi ve tahmini teslimat saatleri gibi bilgilerin sunulmasını sağlar. Müşteri deneyimini geliştirme potansiyeline sahiptir.



Görsel 1.45: IoT yazılımı kullanılarak kontrol edilen otomasyon üretim robotu



Görsel 1.46: IoT yazılımı kullanılarak kontrol edilen depo yöneticisi robot ve drone

- **Enerji ve Kaynak Tasarrufu:** Taşıma araçlarının ve depo alanlarının enerji tüketiminin izlenmesini sağlar.
- **Dinamik Rota Optimizasyonu:** Trafik, hava koşulları ve yol durumunun takip edilmesini sağlar. Bu sayede araç rotaları dinamik olarak en uygun duruma getirilir.

1.3.1.4. Lojistik Alanında Nesnelerin İnternetinin Dezavantajları

Lojistik sektöründe nesnelerin interneti uygulamalarında oluşabilecek sorunları önceden tanımlamak ve bu sorunların ortaya çıkmasını engellemek büyük önem taşımaktadır.

Lojistik sektöründe nesnelerin interneti uygulamasındaki temel zorluklar şunlardır:

- **Sistem Etkinliği ve Sürdürülebilirlik:** Bir işletme IoT teknolojisinin altyapısını sağlamazsa lojistik operasyonlarının verimliliği ve sürdürülebilirliği konusunda sorunlar yaşanır.
- **Veri Güvenliği ve Gizliliği:** IoT cihazlarıyla toplanan verilerin güvenliği ve gizliliği, ciddi bir endişe kaynağıdır. Bu verilerin kötü niyetli kişilerin eline geçmesi, yetkisiz erişimlerin yaşanması gibi riskler barındırır (Görsel 1.47).
- **Veri Yoğunluğu:** IoT cihazlarından sürekli gelen veri akışları, büyük veri miktarlarının işlenmesini gerektirir. Bu durum, veri analizi altyapısının ve kapasitesinin yeterli olmaması durumunda zorluklara yol açar.
- **Uyumluluk Sorunları:** Farklı tedarikçilerden gelen çeşitli IoT cihazlarının uyumluluğu bazen zorluklar yaratır. Bu durum, farklı cihazların aynı platformda sorunsuz bir şekilde çalışmasını engeller.
- **Enerji Tüketimi:** IoT cihazları, veri iletimi için gerekli enerjiyi sık tüketebilir. Bu durum, özellikle uzak bölgelerde veya batarya ile çalışan cihazlarda enerji yönetimi sorunlarına yol açabilir.
- **Maliyet:** IoT cihazlarının kurulumu, entegrasyonu ve bakımı maliyetlidir. Özellikle büyük ölçekli uygulamalarda bu maliyetler artabilir.
- **Veri Kalitesi ve Doğruluk:** IoT cihazlarının topladığı verilerin doğruluğu ve kalitesi, doğru ve güvenilir kararlar alabilmek için önemlidir. Sensör hataları veya iletişim kesintileri, veri kalitesini etkileyebilir.
- **Teknik Sorunlar ve Arızalar:** IoT cihazlarının teknik sorunları, arızaları veya donanım hataları, süreçlerin kesintiye uğramasına ve hizmet kesintilerine neden olabilir.
- **Siber Güvenlik Tehditleri:** IoT cihazları, siber saldırılara karşı savunmasız olabilir. Bu cihazlar kötü amaçlı yazılımların hedefi olabilir ve saldırıların kaynağı veya aracısı olarak kullanılabilir.
- **Veri Saklama ve Yönetimi:** IoT cihazlarından gelen verilerin saklanması, yönetimi ve analizi için gerekli altyapı ve yetenekler gerekir. Veri yığınları düzgün bir şekilde yönetilmezse veri kaybına veya kullanışsız hâle gelmesine yol açabilir.
- **Düzenleme ve Yasal Sorunlar:** IoT uygulamaları, düzenleyici ve yasal gerekliliklere uymak zorundadır. Bu gereklilikleri karşılamak, karmaşık ve zaman alıcı olabilir.

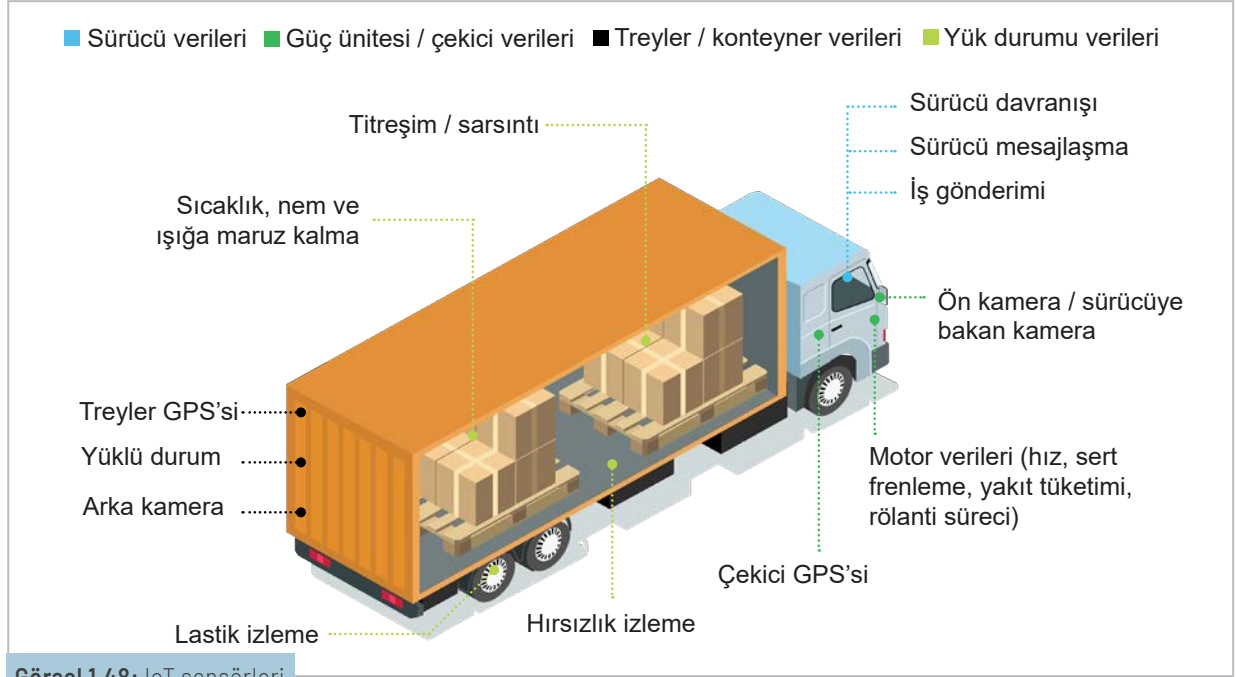


Görsel 1.47: IoT güvenliği

1.3.1.5. Lojistik İşlemlerde Nesnelerin İnterneti Uygulama Alanları

Lojistik sektöründe nesnelerin interneti kullanımı, işletmelere rekabet avantajı sunmaktadır. İşletmeler, bu avantajı elde etmek için dijital dönüşüm ve teknolojik değişimi benimsemektedir. Bu değişim ve dönüşüm sayesinde işletme verimliliği artmaktadır. Lojistik sektöründe nesnelerin interneti uygulamasındaki temel avantajlar şunlardır:

- **Taşımacılık Yönetimi:** IoT sensörleri; taşıma araçlarının anlık konumunu, hızını, rotasını ve yakıt seviyesini izleyerek gerçek zamanlı taşıma takibi imkânı sunar. Bu özellik, araç rotalarının en uygun duruma getirilmesine, yakıt tasarrufunun sağlanmasına ve teslimatın daha etkili bir biçimde yönetilmesine olanak tanır (Görsel 1.48).



Görsel 1.48: IoT sensörleri

- **Depo Yönetimi:** Nesnelerin İnterneti (IoT), ürünlerin depo ağıyla sürekli iletişimde olduğu bir sistem sağlar. Ürünler depolarda bulunduğunda, bu iletişim sayesinde tüm ürünlerin bulunduğu konum bilgisi güncel olarak takip edilebilir. Aynı zamanda, özellikle hassas veya zaman duyarlı ürünlerin izlenmesi ve önceliklendirilmesi konusunda, paketleme veya tarihe dayalı süreçlerde risk taşıyan ürünlerin takibi de mümkündür. Bu da depolarda yaşanan ürün kayıplarını minimize etmek için etkili çözümler sunar.
- **Envanter Yönetimi:** IoT sensörleri, depolardaki ürünleri ve envanteri gerçek zamanlı olarak takip eder. Ürün seviyeleri ve stok durumları sürekli güncellenir. Bu da gereksiz envanter maliyetlerinin azaltılmasına ve ürün eksikliklerinin tespit edilmesine olanak sağlar.
- **Elleçleme:** Günümüze kadar çalışanlar tarafından yönetilen lojistik üs yapıları, IoT teknolojinin yardımıyla otomatik hâle gelerek işletme içerisinde gerçekleştirilen elleçleme faaliyetlerinin çalışan müdahalesi olmadan gerçekleştirilmesine imkân tanımaktadır (Görsel 1.49). Ayrıca nesnelerin internetinin benimsenmesiyle elleçleme faaliyetlerinde görülen insan hatalarının önüne geçilmektedir. IoT teknolojilerinin kullanımı, elleçleme faaliyetlerinin planlanması, izlenmesi, kazaların azaltılması, hız artırılması gibi pek çok farklı alanda iyileşme sağlamaktadır.



Görsel 1.49: IoT yazılımı kullanarak elleçleme faaliyeti

- **Akıllı Paketleme ve Etiketleme:** Son dönemde geliştirilen nano ölçekli malzemeler, paketleme işlemi büyük ölçüde geliştirmiştir. Müşteriler, nesnelerin interneti sayesinde paketlerinin tam konumunu ve tahmini varış saatini takip edebilir. Ayrıca paketlerinin teslimat adresini ihtiyaca göre değiştirebilme olanağına sahiptir.
- **Dağıtım:** Lojistik sektöründe dağıtım, hayati bir rol oynamaktadır. IoT teknolojisi ve dijital dönüşümün ilerlemesi, dağıtım alanındaki zorlukların büyük ölçüde aşılmasına yardımcı olmaktadır. IoT sensörleri; trafik yoğunluğu, yol durumu gibi verileri toplayarak trafik ve lojistik analitiklerinde kullanılabilir. Bu sayede daha etkin rotalar ve teslimat zamanlamaları planlanabilmektedir. Ayrıca hızlı teslimat için uygun duruma getirilmiş rota planlaması ve hava taşımacılığı gibi konularda da IoT kullanımı söz konusudur. Drone'lar gibi otonom araçlar, IoT ile senkronize edilerek hızlı ve etkili teslimat gerçekleştirilebilir (Görsel 1.50).
- **Lojistik Bilgi İşlem Sistemi:** Geçmişte lojistik sistemlerinin kullanımı genellikle sipariş takibi, araç izleme ve teslimat gibi temel işlevlerle sınırlı ve daha gelişmiş fonksiyonlar için uygun maliyetli çözümler eksik kalmıştır. Günümüzde nesnelerin internetinin gelişmiş algılama yetenekleri, ürünlerin tüm lojistik faaliyetlerindeki konumlarını ve durumlarını uzaktan izleme ve kontrol etme imkânı sunmaktadır. Bu teknoloji ayrıca uygun maliyetli lojistik çözümlerin geliştirilmesine olanak sağlamıştır.
- **Talep Tahmini:** Lojistik sektöründe talebin etkili bir şekilde karşılanması verimliliğin en kritik göstergelerinden biridir. Nesnelerin interneti teknolojilerinin lojistik sektöründeki uygulamaları sadece teknik yönlerle sınırlı değildir, aynı zamanda talep tahmin yeteneğini geliştirme kapasitesi de sunmaktadır. Nesnelerin interneti ile entegre edilen akıllı teknolojiler; kullanıcı davranışı, mevcut pazar eğilimleri, müşteri niyet ve tercihleri, alıcıların satın alma nedenleri ile sonrasında ürünleri nasıl kullandıkları gibi birçok faktörün derinlemesine analiziyle talebi öngörebilme yeteneği sunar.



Görsel 1.50: Drone'larla dağıtım

Lojistik uygulamalarında temel veri odaklı nesnelerin interneti teknolojileri önemli bir rol oynamaktadır. Veri toplama teknolojileri, şu üç temel kategoride değerlendirilebilir:

- **Tanımlama Teknolojileri:** Nesnelerin tanımlanmasının temel amacı; nesneler hakkında bilgi almak, onları algılamak, kontrol etmek ve yönetmektir. Bu amaçla radyo frekansı ile tanımlama, barkod, karekod gibi teknolojiler geniş ölçüde kullanılır. Radyo frekansı ile tanımlama sistemleri, işletmelere tedarik zincirini daha net ve kesin bir şekilde görmelerini sağlayarak işletmelerin gelen siparişleri doğru ve zamanında karşılamalarına yardımcı olur. Bu eksiksiz görünürlük, şirketlerin üretim süreçlerini düşük maliyetle yüksek verimlilik için sürekli olarak geliştirmelerine olanak sağlar.
- **Algılama Teknolojileri:** Sıcaklık, darbe, nem gibi değerleri ölçen akıllı sensörler, çevredeki ve ürünlerin durumundaki değişiklikleri tespit etmek için kullanılır. Nesnelerin interneti sayesinde elde edilen bu veriler, ürünlerin ve ürün ağacındaki hammadde ve yardımcı malzemelerin lojistik süreçleri boyunca sıcaklık, nem ve kalite koşullarının korunarak aktarılmasını sağlar.
- **İzleme Teknolojileri:** Nesnelerin internetine birçok nesne benzersiz bir şekilde tanımlandığında bu nesneler tek tek izlenebilir ve durumları ile konumları gerçek zamanlı olarak daha yüksek seviyeli hizmetlere iletilir. İzleme teknolojileri, herhangi bir nesnenin konumunu ve durumunu internet üzerinden dinamik bir şekilde iletebilme yeteneğine sahiptir. Bu izleme teknolojisinin kullanımıyla elde edilen verilerin hızlı bir şekilde değerlendirilmesi, lojistik hizmet sağlayıcılarının etkili kararlar almalarına büyük katkı sağlar.



8. SIRA SİZDE

Lojistik operasyon işlemlerinde nesnelere interneti konulu afiş düzenleyiniz. Hazırladığınız afiş sınıf ortamında, bir sonraki derste arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.3.1.6. Nesnelere İnterneti Vaka Çalışması

Vaka çalışmaları; belirli bir konu, sorun veya durumu derinlemesine analiz etmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu tür çalışmalar genellikle gerçek dünya durumlarına dayanır ve bir olayı, organizasyonu, kişiyi veya grubu incelemek için kullanılabilir. Vaka çalışmaları; akademik araştırmalar, iş dünyası analizleri, tıp alanındaki teşhisler gibi birçok alanda kullanılır. Bir vaka çalışması oluşturulurken izlenecek temel adımlar şu şekilde sıralanır:

- a) **Konu ve Amaç Belirleme:** Vaka çalışmaları için ilk adım, incelenecek konunun net bir şekilde belirlenmesidir. Bu konu; bir organizasyonun stratejik kararları, bir ürünün pazarlama stratejisi, bir tıbbi teşhis süreci gibi çeşitli alanlarda olabilir. Aynı zamanda vaka çalışmasının amacını da belirlemek önemlidir. Vaka çalışmasının amacı; bir sorunun çözülmesi, bir stratejinin değerlendirilmesi veya öğrenilmesi gereken bir dersin iletilmesi olabilir.
- b) **Arka Plan Bilgisi Sağlama:** Vaka çalışması hazırlanırken, öncelikle konuyla ilgili genel bilgiler araştırılarak, çeşitli kaynaklar incelenerek temel bir arka plan bilgisi edinilmelidir. Konunun tarihçesi, önemli oyuncular, çevresel faktörler gibi detayların bilinmesi önemlidir.
- c) **Ana Sorunun Tanımlanması:** İncelenmek istenen konudaki ana sorun net bir şekilde tanımlanmalıdır. Bu sorun, vaka çalışmasının merkezinde yer alır.
- ç) **Veri Toplama:** Konuyla ilgili veriler toplanmalıdır. Bu veriler istatistik, rapor, röportaj, anket veya diğer kaynaklardan elde edilebilir. Vaka çalışmasını gerçekçi ve güvenilir verilere dayalı bir şekilde oluşturmak önemlidir.
- d) **Vaka Ögelerinin Tanımlanması:** Vaka çalışmasının hazırlanmasında odak noktalarını belirlemek gerekir. Odak noktaları; ana karakterler, organizasyonlar, karar noktaları, karşılaşılan zorluklar gibi konuları içerebilir. Vaka çalışmasının derinlemesine analiz edilecek yönlerini belirlemede yardımcı olur.
- e) **Analiz ve Yorumlama:** Toplanan veriler analiz edilmeli, sorunun nedenleri ve sonuçları anlaşılmalı ve çalışılmalıdır. Farklı bakış açıları göz önünde bulundurulmalı, olası çözüm yolları veya stratejileri değerlendirilmelidir.
- f) **Sonuçlar ve Öneriler:** Analizler temel alınarak vaka çalışmasının ana sorununa yönelik sonuçlar ve öneriler sunulur. Bu öneriler; sorunu çözmek, strateji geliştirmek veya benzer durumları ele almak için pratik bilgiler içerebilir.
- g) **Raporlama:** Vaka çalışması düzenli bir şekilde raporlanmalıdır. Başlangıçta bir giriş, ana bölümler ve bir sonuç bölümünü içermelidir. Görsel, tablo, grafik gibi desteklerin eklenmesi analizi açıklamada yardımcı olabilir.
- ğ) **Referanslar:** Kullanılan kaynaklar ve kaynakların verileri uygun bir şekilde belirtilmelidir. Bu durum, çalışmanın güvenilirliğini artırır.
- h) **Revizyon ve Düzeltme:** Yazılan vaka çalışması gözden geçirilmeli, dil hataları düzeltilmeli ve bunların mantıksal bir bütünlük sağladığından emin olunmalıdır.

Vaka çalışması oluşturulurken konunun derinlemesine kavranması, analitik düşünme yeteneklerinin kullanılması ve farklı perspektiflerin değerlendirilmesi önemlidir. Aynı zamanda, okuyucuların vaka çalışmasını anlayabilmesi için net ve tutarlı bir anlatımın kullanılmasına dikkat edilmelidir.

Taşıma araçlarının konum izlemesi, depo envanter yönetimi, ürün sıcaklık ve nem izlemesi, tedarik zinciri görünürlüğü, yüksek değerli ürünlerin güvenliği, teslimat süreçlerinin izlenmesi gibi uygulamalar, örnek kullanım senaryoları arasında yer almaktadır. Lojistikte IoT, tedarik zincirine teknolojik yeniliklerin entegre edilerek daha etkin ve verimli operasyonların oluşturulmasında büyük potansiyele sahiptir.

Lojistik alanında nesnelerin interneti konusunda bir vaka çalışması yapılmak istendiğinde gerçek bir senaryo temel alınarak bu konu derinlemesine incelenebilir.



9. SIRA SİZDE

Lojistikte nesnelerin interneti konusunda gerçek bir senaryoyu temel alarak bir vaka çalışması yazınız. Yazdığınız bu vaka çalışmasıyla IoT'nin işletmeye nasıl bir avantaj sağladığına ilişkin bir sunum hazırlayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

ÖRNEK

Depo İzleme ve Envanter Optimizasyonunda IoT Kullanımıyla İlgili Vaka Çalışması

Giriş: XYZ Lojistik Şirketi, ülke genelinde çeşitli ürünleri dağıtan büyük bir lojistik şirkettir. Şirket, envanter yönetimindeki zorlukları aşarak müşteri memnuniyetini artırmak amacıyla nesnelerin interneti (IoT) teknolojilerini kullanma fikrini değerlendirmektedir.

Sorun: XYZ Lojistik; envanter yönetim sürecinde stok eksikliği, fazla stok, kayıp ürün gibi sorunlarla mücadele etmek zorunda kalmaktadır. Bu tür sorunlar, tedarik zincirinde verimsizliklere yol açarak müşteri memnuniyetini olumsuz etkilemektedir.

Çözüm: Şirket, envanter yönetimini iyileştirmek ve operasyonel verimliliği artırmak için nesnelerin interneti teknolojilerini entegre etmeye karar vermiştir.

Çözüme Ait Uygulama Basamakları

- Sensörlerin Entegrasyonu:** Depo içerisindeki raflar ve ürün paletleri üzerine IoT sensörleri yerleştirilir. Bu sensörler; ürün sayısı, hareket, sıcaklık, nem gibi verileri sürekli olarak toplar.
- Veri Toplama ve İletişim:** Sensörlerden gelen veriler kablosuz olarak toplanır ve bulut tabanlı bir sistemde depolanır.
- Analiz ve Optimizasyon:** Toplanan veriler, analitik araçlar kullanılarak analiz edilir. Envanter seviyeleri, ürün hareketleri ve talep tahminleri üzerine analizler yapılır.
- Gerçek Zamanlı İzleme:** İşletme sahipleri ve yöneticiler, gerçek zamanlı olarak depodaki envanter durumunu ve ürün hareketlerini izleyebilir. Stok seviyeleri düştüğünde otomatik uyarılar alabilir.
- Tedarik Zinciri Optimizasyonu:** Analiz sonuçlarına dayanılarak stok seviyeleri ve tedarik zamanlamaları en uygun duruma getirilir. Bu durum, stok eksikliklerini önlerken aşırı stok maliyetlerini azaltır.

Sonuçlar

- Stok eksiklikleri büyük ölçüde azalırken fazla stok maliyetleri düşer.
- Tedarik zinciri daha iyi yönetilir ve verimlilik artar.
- Müşteri memnuniyeti artar çünkü ürünlerin zamanında ve eksiksiz teslimatı sağlanır.

Öğrenme Noktaları

- IoT teknolojilerinin lojistikte nasıl kullanılabileceği örnekleriyle görülmüş olur.
- Veri analitiği ve gerçek zamanlı izleme sayesinde tedarik zincirinin nasıl en uygun duruma gelebileceği anlaşılır.
- Müşteri memnuniyetinin operasyonel verimlilikle nasıl ilişkili olduğu görülür.

XYZ Lojistik Şirketinde yapılan bu vaka çalışması, lojistikte nesnelerin internetinin nasıl uygulandığını ve tedarik zincirinin nasıl iyileştirildiğini detaylı bir şekilde incelemeyi amaçlar. Senaryoyu gerçek veriler ve detaylarla desteklemek, vaka çalışmasını daha gerçekçi hâle getirebilir.



2. ETKİNLİK

Lojistikte IoT Teknolojilerinin Kullanımı

Süre: 80 dk.



Giriş: XYZ Kurye Şirketi, hızlı teslimat hizmetleri sunan bir firma olarak faaliyet göstermektedir. Teslimat süreçlerini en uygun duruma getirmek, teslimat sürelerini kısaltmak ve operasyonel verimliliği artırmak için IoT teknolojilerini kullanmaya karar vermiştir.

Sorun: XYZ Kurye Şirketi, dağıtım rotalarını etkili bir şekilde planlamakta zorlanmaktadır. Bu durum, uzun teslimat süreleri, yakıt israfı ve fazladan maliyetlere yol açmaktadır.

XYZ Kurye Şirketi akıllı dağıtım ve rota optimizasyonu ile ilgili sorun yaşamaktadır. Bu soruna ait çözüm yollarını ve çözüm yollarının işletmeye faydasını öğretmeninizin rehberliğinde aşağıdaki işlem basamaklarına göre beyin fırtınası tekniğiyle cevaplayınız.

Fikir üretilecek konuyu tahtaya yazınız.

Fikirlerinizi sıra ile kısa ve net bir şekilde söyleyiniz (İsteyen öğrenci "Pas!" diyebilir, kalabalık sınıflar gruplara bölünebilir.).

Her öğrencinin veya grubun fikrini tahtaya yazınız.

1. Fikir üretme aşamasında yargılama, tartışma veya değerlendirme yapmayınız.
2. Herkes fikrini söyledikten sonra ilk tur oylamaya geçiniz. Fikirleri teker teker oylayınız (Birden fazla fikre oy verilebilir.).
3. İlk tur oylamada en yüksek puan alan fikirleri daire içerisine alarak oylayınız (Yalnızca bir fikir için oy verilebilir.).
4. İkinci tur oylama tamamlandıktan sonra fikirleri önem sırasına göre değerlendiriniz.

1.3.2. Uzay Lojistiği

Uzay lojistiğine **yıldızlar arası lojistik** de denilmektedir. **Uzay lojistiği**; uzayda keşif yapmak için gerekli kişi ve ekipmanların depolanması, takip edilmesi ve hareketi olarak tanımlanmaktadır (Görsel 1.51).

Uzay lojistiği çok disiplinli bir araştırma alanıdır. Uzay araştırmalarında kullanılan teknolojilerin tasarımı, uzaya taşınması, görev süresince bakımı ve yönetimi uzay lojistiği kapsamına girer. Bu alan; uzaydaki kaynakların kullanımı, uzayda üretim ve yeniden kullanım gibi konuları da içerir. Uzay lojistiği, insanlı ve insansız uzay misyonlarının başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için hayati bir rol oynar.



Görsel 1.51: Uzay lojistiği

Uzay lojistiği, bir dizi farklı konuyu kapsayan bir alandır. Bu konular, uzaydaki yaşamı desteklemekten uzayda ürün ve hizmet tedarikine hatta uzaya ulaşımı içerir. Bu alandaki temel hedef; keşif taleplerini karşılayacak güvenilir, uygun fiyatlı ve sürdürülebilir bir uzay altyapısı oluşturmaktır. Uzay lojistiğinin önde gelen sorumluluklarından biri, mürettebat malzemelerinin görev yerine ne zaman ve nasıl taşınacağına belirlenmesidir. Bu da mürettebatın uzayda gerekli malzemelere erişimini ve uzay görevlerinin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamak için son derece önemlidir.

Uzay lojistiği operasyonları şu kapsamlarda ele alınabilir:

- a) Yaşam Desteği:** Astronotu canlı tutmak, insanın temel ihtiyaçlarını karşılamak anlamına gelir. Uzayda veya gezegenlerin yüzeyinde insan yerleşiminin en temel unsurlarından biridir.
- b) Uzay Bakımı:** Arızalanan bileşenlerin tanımlandığı ve onarıldığı veya değiştirildiği bir işlemdir. Uzaydaki bakım, tüm görevin güvenli ve verimli bir şekilde yapılmasını sağlamalı, aynı zamanda bakım faaliyetlerinin süresini en aza indirmelidir.
- c) Uzayda Tedarik:** Bir uzay keşif görevi gerçekleştirilirken çeşitli malzemelere ihtiyaç duyulur. Bu malzemeler arasında sarf malzemeleri, yiyecek, deney ekipmanları, yedek parçalar ve benzerleri bulunmaktadır.
- ç) Ulaşım:** Uzay lojistiği, sadece ilk keşif girişimlerini değil aynı zamanda tamamen operasyonel süreci de kapsar. Ulaşımın ana amacı, uzayda nakliye için özel bir araç geliştirmektir. Bu uzay aracının tasarımı; güçlü tahrik sistemleri, bakımı kolay fırlatma sistemleri, hafif ve güvenilir malzemeler içerir.

Uzay lojistiği, kargoların taşınması sırasında uzayın güzergâh olarak kullanılmasını içerir. Bu tür lojistik çözümleri; uluslararası ve kıtalar arası kargoların teslimatında geleneksel kara yolu, deniz yolu veya hava yolu yerine uzay yolunun kullanılmasını öngörür. Bu yaklaşım sayesinde kargoların daha hızlı bir şekilde ulaştırılması hedeflenmektedir. Ancak uzay lojistiği ile kargo gönderiminin sağlanması yüksek maliyet gerektirebilir. Yine de diğer lojistik yöntemlerine kıyasla daha hızlı olması nedeniyle uzay lojistiği, tedarik zinciri yönetimi içerisinde büyük bir öneme sahiptir. Uzay lojistiği, özellikle hız ve etkinlik açısından dikkate değer bir alternatif olarak görülmektedir.

Bilim insanlarının açıklamalarına göre dünya üzerinde bulunan ve endüstri açısından büyük öneme sahip altın, çinko, bakır, kurşun gibi birçok maden yaklaşık 60 yıl içinde tükenme riskiyle karşı karşıyadır. Bu durum, dünyada çıkarılmayan ve işlenemeyen madenlerin uzaydan çıkarılması ve işleneceği alana taşınması gerekliliğini ortaya koyar. Bu ihtiyaç, uzay lojistiğini daha da kritik hâle getirmektedir çünkü uzay lojistiği, bu tür değerli kaynakların elde edilmesi ve kullanılabilir hâle getirilmesi açısından önemli bir role sahip olacaktır.



10. SIRA SİZDE

Nesnelerin interneti (IoT) ve uzay lojistik operasyonu konulu bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu bir sonraki derste arkadaşlarınızla paylaşınız.

Sunu Çalışması

1. Başlık ve Giriş

- Sununun Başlığı: Uzay Lojistik Operasyonlarında Nesnelerin İnterneti (IoT)
- Giriş bölümünde konuyu ve sunumun amacını tanımlayınız.

2. IoT ve Uzay Lojistiği Kavramları

- IoT ve uzay lojistik operasyonları kavramlarını açıklayınız.
- IoT'nin lojistik sektörüne ve uzay operasyonlarına katkılarını vurgulayınız.

3. Uzay Lojistik Operasyonları ve Zorluklar

- Uzayda lojistik operasyonlarının önemini açıklayınız.
- Uzaydaki zorlukları (uzaklık, iletişim, kaynak sınırlılığı vb.) belirtiniz.

4. IoT'nin Uzay Lojistiğine Katkıları

- IoT'nin uzay lojistik operasyonlarında nasıl kullanılabileceğini anlatınız.
- IoT'nin gerçek zamanlı izleme, veri toplama, tedarik zinciri yönetimi gibi alanlarda nasıl fayda sağlayabileceğini örneklerle gösteriniz.

5. Uzay Lojistiğinde IoT Uygulamaları

- Nesnelerin internetinin uzay lojistiği alanında kullanıldığı örnekleri ayrıntılarıyla açıklayınız.
- Uyduların izlenmesi, roketlerin takibi, astronot sağlık izlemesi gibi örnekleri paylaşınız.

6. Teknolojik Altyapı ve Sensörler

- Uzayda kullanılan sensörlerin ve IoT teknolojilerinin neler olduğunu açıklayınız.
- Uzay operasyonlarına özgü sensörlerin ve cihazların nasıl kullanıldığını anlatınız.

7. Güvenlik ve Veri Yönetimi

- Uzay lojistiğinde IoT'nin güvenlik ve veri yönetimi açısından nasıl ele alındığını vurgulayınız.
- Veri güvenliği, şifreleme ve yetkilendirme gibi konuları ele alınız.

8. Gelecekteki Potansiyel

- Uzay lojistiğinde IoT'nin gelecekteki potansiyelini tartışınız.
- Gelişen teknolojilerin daha gelişmiş uzay operasyonlarını nasıl mümkün kılacağını vurgulayınız.

9. Sonuç ve Özet

- IoT'nin uzay lojistik operasyonlarına sağladığı faydaları tekrarlayınız.
- Sunumunuzu sonlandırınız ve sorular için hazır olduğunuzu belirtiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde (.....) ile boş bırakılan alanlara cümlede verilen bilgi doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) İHA, İHAS işlemlerini mümkün kılan tüm sistemi tanımlayan geniş bir terimdir.
2. (.....) Otonom İHA'lar, insan müdahalesine ihtiyaç duymadan otomatik olarak uçar.
3. (.....) Drone'un hava robotları, uzaktan pilotlu uçak gibi anlamlarının yanında diğer bir terim anlamı da dışı arıdır.
4. (.....) NOTAM, uçuş harekâtı ile ilgili görevlileri havacılık hizmetine ilişkin bilgilerden zamanında haberdar etmek amacıyla hazırlanmış uyarı yayınıdır.
5. (.....) Drone'ların sadece eğlence amaçlı kullanılması dahi başka insanların özel hayatına potansiyel müdahale olarak kabul edilir.
6. (.....) Kırmızı (özel izne tabi) bölgelerde 500 gramdan ağır drone'lar için uçuş izni otomatik olarak verilir.
7. (.....) İHA1 sınıfındaki İHA'lar için Özel Uçuş İzni Belgesi düzenlenir.
8. (.....) Drone kullanımı havacılık faaliyeti kabul edildiğinden ulusal havacılık kurumları tarafından belirlenen güvenlik kurallarına uymak zorunludur.
9. (.....) Nesnelerin interneti (IoT) tüm sektörlerde verimliliği artırıp müşteri memnuniyeti ve enerji tasarrufu sağlar.
10. (.....) Nesnelerin interneti (IoT) dağıtım alanındaki zorlukları daha da artırmıştır.
11. (.....) Uzay lojistiğinin önde gelen sorumluluklarından biri de mürettebat malzemelerinin görev yerine nasıl ve ne zaman taşınabileceğini belirlemektir.
12. (.....) Lojistikte elleçleme faaliyetleri için çalışan kişilerin müdahalesi gereklidir.

B) Aşağıdaki cümlelerde bulunan boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz.

13. İçinde pilotu ve yolcusu olmayan, uzaktan kontrol edilebilen veya otonom olarak uçabilen hava aracına denir.
14. Savunma, istihbarat, gözetleme ve saldırı amaçları için kullanılır.
15. Ulusal hukukumuzda temel ölçüt olarak kullanılan, İHA'ların sınıflandırılmasına yarar.
16. Hava aracının emniyetli uçuş yapabildiğine dair verilen teknik belgeye denir.
17. Günlük hayatta kullanılan nesnelerin diğer nesneler ile veri alışverişi yapabilmesini ve nesnelerin bir-biriyle tam olarak eşleşmesini teknolojisi sağlar.
18. Trafik ve hareket izleme uygulamalarında kullanılan, elektromanyetik dalgalar kullanarak nesnelerin konumunu ve hızını tespit eder.
19. Uzay çalışmaları için gerekli tüm mürettebat ve ekipmanın hareketi, depolanması ve takibine denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

20. I. Mühimmat atmak amacıyla tasarlanmıştır.
II. Otonom operasyon yeteneğine sahiptir.
III. Üzerinde veya içinde pilot bulunmaması gerekir.
IV. Uzaktan kontrol edilir.

Yukarıdaki numaralandırılmış ifadelerin hangilerinde insansız hava aracı sisteminin (İHAS) özellikleri doğru olarak verilmiştir?

- A) I ve III B) II ve IV C) I, II ve III
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

21. **Aşağıdaki insansız hava araçlarından (İHA) hangisi 30 dakika ile 4 saat arasında değişen uçuş süresine sahiptir?**

- A) Büyük
B) Kısa
C) Küçük
D) Orta
E) Uzun

22. **Aşağıdakilerden hangisi İHA'nın her türlü hareketinde uçuş kontrollerini çalıştıran veya otonom operasyonunu planlayan ve takip eden kişidir?**

- A) İHA pilotu
B) İHA işleticisi
C) İHA ekibi
D) İHA gözlemcisi
E) İHA yardımcısı

23. I. GPS alıcısı
II. Sensörler
III. Pervane
IV. Elleçleme

Yukarıdaki numaralandırılmış ifadelerin hangilerinde drone'ların ana bileşenleri doğru olarak verilmiştir?

- A) I ve II B) II ve IV C) I, II ve III
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

24. **Aşağıdakilerden hangisi drone'ların kullanım alanlarından biri değildir?**

- A) Tarım
B) Bilimsel çalışmalar
C) Yangın söndürme
D) Estetik işlemler
E) Televizyon prodüksiyonu

25. **Aşağıdakilerden hangisi drone kullanımını için belirlenen güvenlik kurallarından biri değildir?**

- A) İHA'ların gündüz uçurulması
B) Drone'ların izne tabi bölgelerde uçurulması
C) Uçuşların insanlardan belirli bir mesafede gerçekleştirilmesi
D) İHA ile pilotu arasındaki göz temasının sağlanması
E) İHA'nın belirli bir yüksekliğin üstünde uçurulması

26. **Aşağıdaki işlemlerden hangisi İHA başvuru işlemlerinden biri değildir?**

- A) İthalatçı / Üretici kayıt
B) Pilot kayıt
C) İHA yardımcısı kayıt
D) İHA kayıt / tescil
E) Uçuş izni

27. I. Yangın söndürme
II. Tarım ilaçlama
III. Arama kurtarma
IV. Kanun yaptırımları

Yukarıdaki numaralandırılmış ifadelerden hangileri acil durumlarda drone'ların hızlı bir şekilde kullanılabilmesi için gereken özel onay süreçlerine sahiptir?

- A) I ve II B) II ve IV C) I, II ve III
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

28. Bu bölgelerde yapılacak her türlü uçuşlarda 10 iş günü öncesinden gerekçesi ile birlikte Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün (SHGM) resmî internet sayfasında yer alan İHA Uçuş İzni Talep Formu ile başvuru yapılır. İzin almadan bu bölgelerde uçulamaz.

Bu ifade aşağıdaki bölgelerden hangisini tanımlar?

- A) Kırmızı (özel izne tabi)
- B) Beyaz (özel izne tabi)
- C) Sarı (özel izne tabi)
- D) Mavi (özel izne tabi)
- E) Yeşil (özel izne tabi)

29. Aşağıdakilerden hangisi radyo frekanslı tanımlama teknolojisiyle nesnelere izleyen ve ürün takibi, envanter yönetimi gibi alanlarda kullanılan sensördür?

- A) Basınç
- B) CO₂
- C) Manyetik
- D) pH
- E) RFID

30. I. Taşımacılık yönetimi
II. İnsan ilişkileri yönetimi
III. Depo yönetimi
IV. Elleçleme

Yukarıdaki numaralandırılmış ifadelerin hangilerinde lojistik işlemlerde nesnelere interneti (IoT) uygulama alanları doğru olarak verilmiştir?

- A) I ve II
- B) II ve IV
- C) I, II ve III
- D) I, III ve IV
- E) II, III ve IV

31. Aşağıdakilerden hangisi nesnelere interneti (IoT) bileşenlerinden biri değildir?

- A) Elleçleme
- B) İnsan
- C) Nesne
- D) Süreç
- E) Veri

32. I. Yaşam desteği
II. Uzayda tedarik
III. Uzay bakımı
IV. Enerji aktarımı

Yukarıdaki numaralandırılmış ifadelerin hangilerinde uzay lojistik operasyonları doğru olarak verilmiştir?

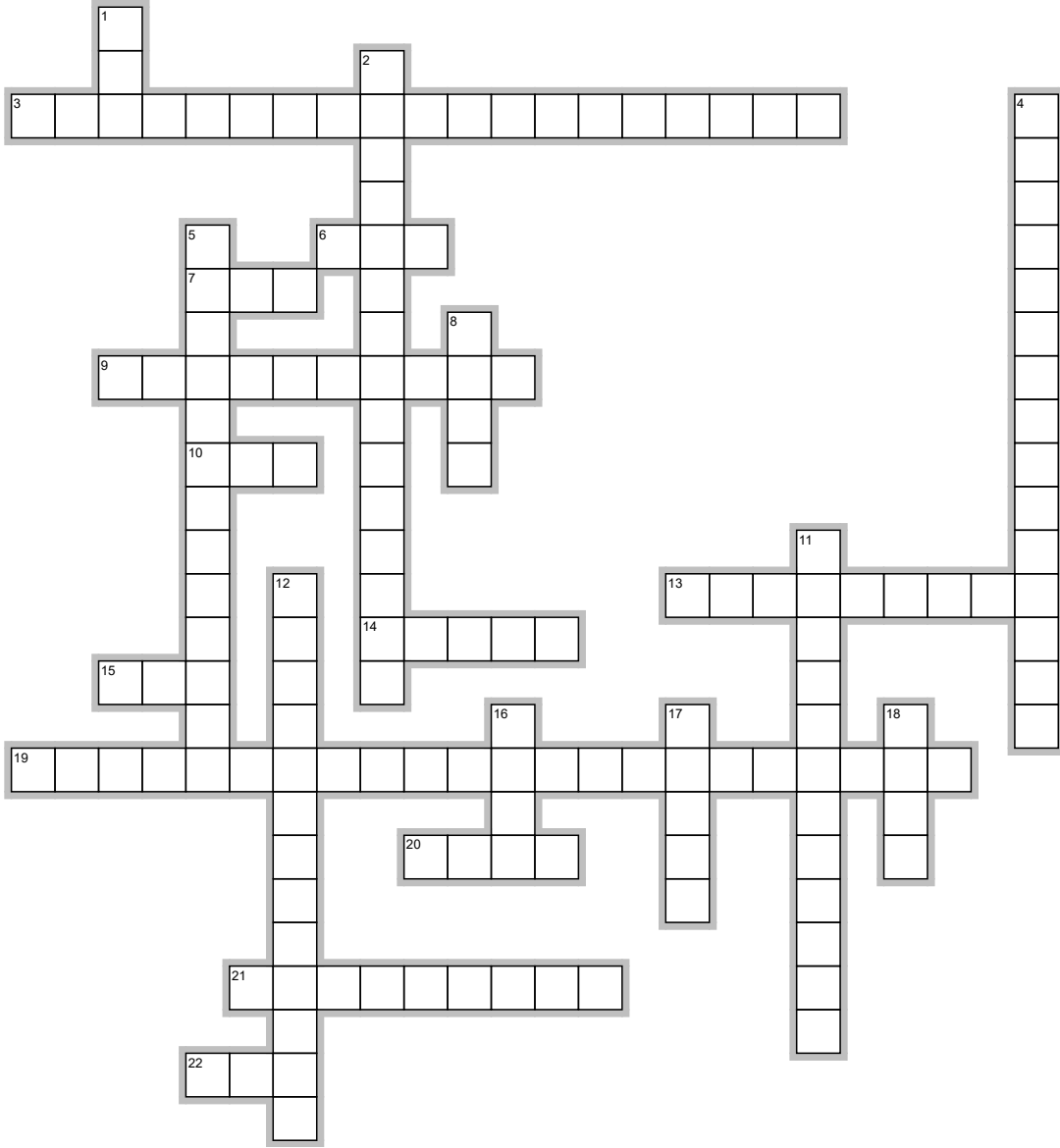
- B) I ve III
- B) II ve IV
- C) I, II ve III
- D) I, III ve IV
- E) II, III ve IV

33. Aşağıdakilerden hangisi lojistik alanında nesnelere internetinin avantajlarından biri değildir?

- A) Gelişmiş görünürlük
- B) Gerçek zamanlı izleme
- C) Enerji ve kaynak kaybı
- D) Operasyonel maliyetleri düşürme
- E) Etkin envanter yönetimi

ÇENGEL BULMACA

Sonraki sayfada verilen çengel bulmaca sorularının doğru cevabını, sayfanın altında yer alan "Kelime Bankası"ndan bularak her kutucuğa bir harf gelecek şekilde boşluk bırakmadan yazınız.



Kelime Bankası

AIP, AKSELEROMETRE, ATC, EASA, ESC, GPS, GYROSCOPE, JİROSKOP SENSÖRÜ, KIRMIZI BÖLGELER, KONUM SENSÖRÜ, LİPO, NESNELERİN İNTERNETİ, NOTAM, QUADCOPTER, ROTOR, TCAS, TELEMETRİ, VAKA ÇALIŞMASI, VERİ, VFR, YILDIZLAR ARASI LOJİSTİK, İHA

ÇENGEL BULMACA SORULARI

Soldan Sağa

3. İnsan müdahalesine ihtiyaç duymadan kendi aralarında veri iletişimi kuran, bilgi toplayan ve toplanan verilerle kararlar alan ağ yapısı.
6. Elektronik hız kontrol cihazı.
7. Havacılık Bilgi Yayını.
9. Dört motorla uçan cihazlara verilen isim.
10. Hava Trafik Kontrolü.
13. Drone'un yatay ve dikey duruşunu kontrol ederek stabilitesini sağlayan sensör.
14. Motora takıldığı zaman dronun havalanmasını sağlayan parça.
15. Pilot olmadan çalışan bir hava aracı.
19. Uzay lojistiğinin diğer adı.
20. Trafik Uyarı ve Çarpışma Önleme Sistemi.
21. İHA'nın sensör bilgilerini yer istasyonuna aktarmak amacıyla kullanılan haberleşme modülü.
22. Görerek Uçuş Kuralları.

Yukarıdan Aşağıya

1. Drone'un lokasyon bazlı ilerleme, otomatik eve dönüş ve yatay pozisyon sabitleme gibi özellikler sunmasını sağlayan sistem.
2. Nesnelerin hareketini ve rotasyonunu izler. Otonom araçlar, drone'lar ve hareketli cihazlar için kullanılır.
4. Yapılacak her türlü uçuşta 10 iş günü öncesinden gerekçesi ile birlikte izin alınan bölgeler.
5. Belirli bir konu, sorun veya durumu derinlemesine analiz etmek amacıyla kullanılan bir yöntem.
8. IoT bileşenlerinden biri.
11. Küresel Navigasyon Uydu Sistemini kullanarak nesnelerin coğrafi konumunu izleyen sensör.
12. Bir kütlelinin sahip olduğu ivmeyi ölçmek için kullanılır.
16. Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı.
17. Uçuş harekâtı ile ilgili görevlileri, herhangi bir havacılık hizmetine, kolaylığına, yönetimine veya tehlikesinin varlığına, koşullarına ya da bunlardaki herhangi bir değişikliğe ilişkin bilgilerden zamanında haberdar etmek amacıyla özel bir formatta hazırlanmış havacılara uyarı yayını ifade eder.
18. Lityum polimerin kısaltması, drone'larda genel olarak kullanılan pillere verilen genel isim.



2. ÖĞRENME BİRİMİ

DRONE İLE LOJİSTİK İŞLEMLERİ



U9083_6832809e

ÖĞRENME BİRİMİ AKIŞI



KONULAR

- 2.1. TEMEL UYGULAMA FAALİYETLERİ
- 2.2. ÜRÜN KABUL İŞLEMLERİ
- 2.3. YÜKLEME VE SEVKİYAT İŞLEMLERİ

NELER

ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Ulusal ve uluslararası mevzuata uygun olarak drone taşımacılığının temel uygulama faaliyetleri
- Ulusal ve uluslararası mevzuata uygun olarak drone taşımacılığının ürün kabul işlemleri
- Ulusal ve uluslararası mevzuata uygun olarak yükleme ve sevkiyat işlemleri

TEMEL KAVRAMLAR

drone, Endüstri 4.0, hacim ve ağırlık hesaplama, hava kargo, insansız hava aracı, sevkiyat, yükleme



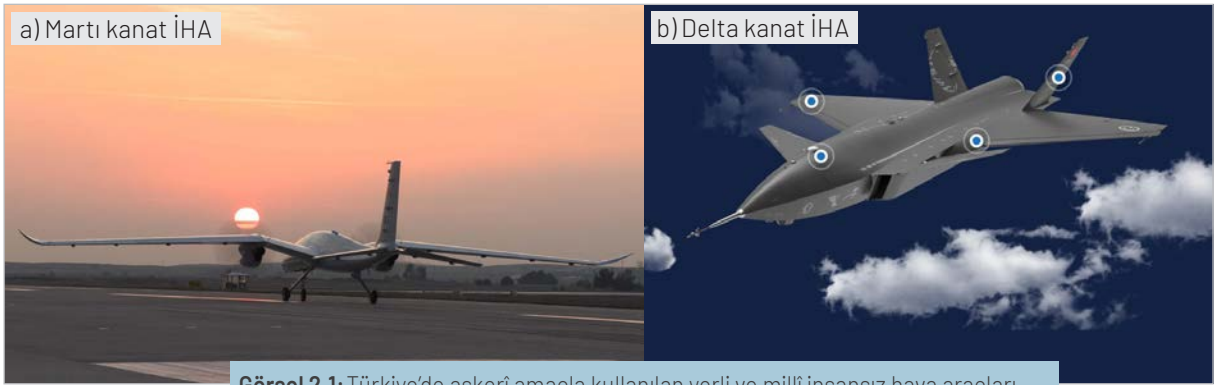
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. SHGM onaylı İHA pilot eğitim merkezlerinde eğitim alarak drone ile gelir elde etme yolları hakkındaki fikirlerinizi belirtiniz.
2. Dağıtım araçları ile tek seferde onlarca sipariş teslim edilebilirken drone ile sadece bir sipariş teslim edilebilmektedir. Bu durumda hangi şartlarda drone'la teslimat yapmak daha etkin ve verimli olabilir? Fikirlerinizi belirtiniz.

2.1. TEMEL UYGULAMA FAALİYETLERİ

Drone'ların, diğer adıyla insansız hava araçlarının kullanımı son yıllarda hızla artmaktadır. Drone'lar; uzaktan yönetilebilmesi, otonom ya da yarı otonom kullanılabilmesi, manevra kabiliyetinin yüksek olması, çevreye duyarlı olması gibi özellikleriyle birçok sektör tarafından yoğun ilgi görmektedir. Yapılan araştırmalar küresel drone pazarının gelecekte daha da büyüyeceğini göstermektedir. Precedence Research [Piresidins Risörç (Öncelik Araştırması)] tarafından 2020 yılında yayımlanan bir rapora göre drone taşımacılığı sektörünün 2030'lu yıllarda yaklaşık 60 milyar dolarlık bir pazar büyüklüğüne ulaşması beklenmektedir.

Drone'ların tasarım, üretim, kullanım ve denetim işlemlerinde çeşitli teknolojiler (yüksek çözünürlüklü görüntüleme, akıllı sensörler, yapay zekâ vb.) kullanılmaktadır. Yeni teknolojilerin drone'lara uyarlanmasıyla drone kullanımı yaygınlaşmakta, drone'ların kullanım alanları genişlemektedir. Başlangıçta askerî amaçlarla kullanılan İHA'lar günümüzde lojistik, dağıtım, enerji, tarım, inşaat gibi birçok sektörde kullanılmaktadır (Görsel 2.1).



Görsel 2.1: Türkiye'de askerî amaçla kullanılan yerli ve millî insansız hava araçları

Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler, akıllı lojistik uygulamalarını da doğrudan etkilemiştir. Bu kapsamda drone taşımacılığına yönelik çalışmalar da hız kazanmıştır. Özellikle e-ticaret yapan işletmeler ve kargo işletmeleri drone taşımacılığına yönelik önemli projeler yürütmektedir.

Avrupa, Afrika ve Asya'nın bazı ülkelerinde, özellikle ulaşım imkânlarının sınırlı olduğu bölgelerde özel kargo olarak kabul edilen bazı ürünlerin teslim süresini kısaltmak için drone'lar kullanılmaktadır. Bu bölgelerde drone'larla ulaşılması zor yerlere tıbbi malzeme ve gıda dağıtımı yapılmaktadır.



BİLGİ KUTUSU

Özel kargo; herhangi bir özel depolama işlemine gerek duyulmadan gerçekleştirilen genel kargo teslimi tipinin yanı sıra kabul, yükleme, boşaltma, teslim, depolama gibi süreçler içerisinde titizlik gerektiren ve özel bir işlem uygulanması gereken kargolardır. Hava yolu taşımacılığında canlı hayvanlar, tehlikeli maddeler, bozulabilir gıdalar, ıslak kargolar, ağır yükler, değerli eşyalar, diplomatik gönderiler, medikal ürünler ve cenazeler özel kargo olarak nitelendirilir.

2.1.1. Drone ile Hava Kargo Taşımacılığı ve Uygulamaları

Drone'lar, diğer hava taşıtlarına göre kullanımı kolay ve daha düşük maliyetli taşıtlardır. Bu nedenle kargo taşımacılığı alanında kısa mesafelerde hafif gönderilerin teslimatında oldukça hızlı ve verimlidir. Kargo, kurye ve posta işletmeleri ile e-ticaret işletmeleri; teslim alma, taşıma, depolama, dağıtım ve teslim faaliyetlerinde drone kullanımına ilgi duymakta ve hava kargo taşımacılığında drone'ların etkin şekilde kullanılmasına yönelik projeler yürütmektedir. Türkiye'de kargo, kurye ve posta sektöründe faaliyet gösteren işletmeler bu çalışmalarını yakından takip etmekte ve kendi projelerini geliştirmektedir. Yakın gelecekte drone'ların kargo, kurye ve posta sektöründe yaygın şekilde kullanılması hedeflenmektedir (Görsel 2.2).



Görsel 2.2: Hava kargo taşımacılığında drone kullanımı

E-ticaret siparişlerindeki artış, işletmelere rekabet üstünlüğü sağlamaya başlamıştır. Bu durum artan talebin karşılanmasını ve siparişlerin zamanında teslim edilmesini gerektirmiştir. Drone kullanımı, bu bağlamda kargo sektörü için umut vadeden bir gelişme olmuştur. Kargo işletmeleri, drone taşımacılığına yönelerek özellikle trafik probleminin yaşandığı bölgelerde teslimat işlemlerini daha hızlı, güvenli ve etkin şekilde yapabilmeyi hedeflemektedir. Aynı zamanda drone kullanımı, fosil yakıtların kullanımını azaltacağı için karbon salınımı da azalacaktır.

Dünyanın önde gelen elektronik ticaret firmalarından biri, 2016 yılında siparişlerin drone ile teslim edilmesine yönelik bir çalışma başlatmıştır. 2020 yılına gelindiğinde yönetmelik ve düzenlemeler konusunda Amerikan Havacılık İdaresi ile büyük oranda anlaşarak hafif siparişlerin drone ile teslim edilmesi testlerine başlamıştır. Firma, araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) çalışmalarına devam etmektedir. Amerika Birleşik Devletleri merkezli kargo firmalarından biri, lisansını alarak dünyadaki ilk İHA hava yolu taşımacılığı firması olmuştur. 2020 yılında ilaç firmalarından biriyle anlaşarak ecza depoları arasında günlük taşınması gereken ilaçların drone ile teslimatını yapmaya başlamıştır.

Dünyada dağıtım ağı oldukça geniş olan lojistik firmalarından biri, teslimat yapmak amacıyla bir İHA geliştirmiştir. Bu otonom hava aracı sabit kanatlı olarak tasarlanmış ve 2013 yılında ilk uçuşunu gerçekleştirmiştir. 2016 yılında bu drone ile Winklmoosalm (Vinkilmuşalm) Bölgesi'nde (Almanya) bulunan kayak merkezleri arasında çok sayıda teslimat gerçekleştirilmiştir. Kara taşıtı ile en az yarım saatte yapılabilen teslimat, bu drone ile sekiz dakika gibi kısa bir sürede yapılmıştır.

Hava kargo taşımacılığı faaliyetlerinde drone kullanımının ilk uygulamaları Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Drone ile Hava Kargo Taşımacılığı Uygulamaları

| Firma | Uçuş Mesafesi | Teslimat Zamani+ | Ağırlık | Lokasyon | Faaliyet |
|----------|---------------|------------------|-----------|------------------|-------------------------------------|
| Firma 1 | 16 km | 13 dk. | < 2,27 kg | İngiltere | Perakendecilik ve e-ticaret |
| Firma 2 | 9,2 km | < 4 dk. | < 2,72 kg | İzlanda | Perakendecilik ve e-ticaret |
| Firma 3 | 40 km | 5 dk. | < 5 kg | Japonya | Perakendecilik ve e-ticaret |
| Firma 4 | 8 km | 8 dk. | 2 kg | Almanya | Posta hizmetleri ve posta teslimi |
| Firma 5 | 1,6 km | 10 dk. | - | Mumbai | Yiyecek-içecek teslimatı |
| Firma 6 | 1,6 km | 10 dk. | - | Yeni Zelanda | Yiyecek-içecek teslimatı |
| Firma 7 | 5 km | 3 dk. | 2 kg | Singapur | Yiyecek-içecek teslimatı |
| Firma 8 | 20 km | 15 dk. | 2 kg | Lesotho (Afrika) | Sağlık servisleri ve acil servisler |
| Firma 9 | 12 km | 1 dk. | 4 kg | Hollanda | Sağlık servisleri ve acil servisler |
| Firma 10 | 160 km | 75 sn. | 1,3 kg | Ruanda | Sağlık servisleri ve acil servisler |

2.1.2. Drone'ların Kullanıldığı Sektörler

İlk olarak askerî alanda kullanılan drone'lar, yeni teknolojilerle desteklenerek geliştirildikçe diğer alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle afet lojistiği ve insani yardım lojistiği bağlamında drone taşımacılığı, daha hızlı ve etkili bir seçenek hâline gelmiştir. Acil durumlar için haritalama, ulaşılması zor bölgelere erişim, hasar tespiti, kargo teslimatı, arama kurtarma operasyonları, yangın söndürme, görüntü toplama, izleme, yol planlama gibi birçok farklı alanda drone'ların kullanımı giderek artmaktadır (Görsel 2.3). Bu teknoloji, hızlı tepki gerektiren olaylar ve zaman sınırlamalarına sahip görevlerde etkili çözümler sunmaktadır.



Görsel 2.3: Drone'ların çeşitli alanlarda kullanımı

Drone'lar, gözetleme ve keşif görevlerini gerçekleştirmek için çeşitli sensörler ve kameralarla donatılmıştır. Drone kullanımları, görev türüne (askerî / sivil), uçuş bölgelerinin türüne (açık hava / kapalı alan) ve çevre türüne (su altı / su / kara / hava / uzay) göre gruplandırılmaktadır. Drone'lar genel olarak görüntü almak, birden fazla sensörden gelen verileri toplayarak yeni bilgileri ortaya çıkarmak ve malzeme taşımak için kullanılmaktadır. Bu nedenle birçok sektörde drone kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır.

Drone'ların kullanıldığı sektörler şunlardır:

- Askerî alan
- Eğlence ve medya
- Sağlık
- Sigorta
- İnşaat
- Tarım
- Enerji
- Afet yönetimi ve arama kurtarma
- Uzaktan algılama ve haritalama
- Güvenlik ve gözetim
- Araştırma ve bilimsel çalışmalar
- Akıllı şehir
- Lojistik

2.1.2.1. Askerî Alan

Kamera, sensör, haberleşme malzemeleri gibi askerî alanda kullanılan birçok ekipmanı taşıyan drone'lar, askerî birimler tarafından 1950'lerin sonlarından itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Ancak son 20 yıldır drone'ların topladığı analog verilere görevlerinden dönmelerine kadar erişilemediği için kullanımları sınırlı kalmıştır. Dijital teknoloji bu diziyi (paradigma) değiştirerek verilere anında ulaşılmasını sağlamıştır. Günümüzde askerî anlamda saha keşfi, iç güvenlik, yakın hava desteği, haberleşme desteği, patlayıcı tespiti, kimyasal / biyolojik / radyoaktif / nükleer tespit, hava sahası savunma, önleyici elektronik harp, arama kurtarma ve lojistik destek faaliyetlerinde kullanılmaktadır (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Askerî alanda drone kullanımı

2.1.2.2. Eğlence ve Medya

Drone'lar günümüzde medya ve eğlence sektöründeki profesyonel kullanıcılar tarafından yaygın olarak tercih edilmektedir. Görüntü alma ve kayıt işlemleri, drone'lara kamera takılarak (Görsel 2.5) ve gelişmiş drone görüntüleme aygıtları kullanılarak yapılabilmektedir. Gelişmiş drone kameralarında 4K HD video çekimi sağlayan çipler bulunmaktadır. Bu çipler elektronik görüntü sabitleme de dâhil olmak üzere kamera jiroskoplarına olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır.



Görsel 2.5: Kamera takılmış drone

Drone'ların kullanım alanları televizyonculuk, reklamcılık, canlı spor etkinlikleri, haber raporları vb. dir. Son zamanlarda FAA, hareket yakalama ve yüksek çözünürlüklü video kaydı için film setlerinde drone'ların kullanılmasına izin vermiştir. Günümüzde birçok filmde drone ile çekilmiş sahneler bulunmaktadır.

2.1.2.3. Sağlık

Gelişmekte olan ülkelerin dağ, çöl veya orman gibi bölgelerine zorlu arazi koşulları nedeniyle ulaşılması uzun zaman alabilir. Bu tür bölgelerde ulaşım, özellikle tıbbi malzemelere ve acil ihtiyaçlara erişim zorluğunun bulunduğu yerlerde daha kritik bir hâle gelir. Günümüzde bu işler için hava aracı olarak genellikle helikopter kullanılmaktadır. Ancak helikopter kullanımı drone kullanımına göre çok daha uzun bir eğitim süreci gerektirir ve daha maliyetlidir. Drone'lar, tıbbi kurye olarak kamu sağlığı alanında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.

Sağlık alanında drone'lar; ilaç, aşı, kan, test numunesi ve diğer tıbbi malzemeleri ulaşılması zor bölgelere taşır. Kalp krizi sonrasında tıbbi cihazları hastalara hızlı bir şekilde taşır (Görsel 2.6). Ayrıca canlı video yayını yaparak sağlık görevlilerinin saha içindeki bireylere tıbbi cihazların kullanımı konusunda talimat vermelerine olanak tanır. Bu durum, özellikle acil durumlarda hayati öneme sahiptir ve sağlık hizmetlerine erişimi artırabilir.



Görsel 2.6: İlk yardım çantası taşıyan drone

Drone'lar salgın sürecinde büyük alanlara dezenfektan püskürtmek için kullanılırken robotlar el dezenfektanı dağıtmakta, mobil uygulamalar oksürüklerin kuru mu yoksa ıslak mı olduğunu analiz etmektedir. Mobil uygulamalar sırasında, örneğin tüberküloz virüslerinin tespit edilmesinde yapay zekâ teknikleri kullanılmaktadır.

Koronavirüs salgınının en yoğun olduğu dönemde Çin; ilaç dağıtımı, sokak dezenfeksiyonu, maske takmayan veya sokağa çıkma yasağını ihlal eden insanları uyarmak amacıyla drone'ları kullanmıştır. Bu durum, drone'ların kriz dönemlerinde çeşitli önemli görevlerde nasıl kullanılabileceğine dair bir örnektir.

Drone'lar Covid-19 test örneklerini laboratuvarlara taşımak için de kullanılmıştır. Bu da enfekte insanların hızlı teşhis edilmesine ve karantinaya alınmasına yardımcı olmuştur. Daha da önemlisi, drone'lar Covid-19 hastalarının tedavi edildiği hastanelere tıbbi malzemelerin güvenli bir şekilde taşınması için kullanılmıştır. Kurye bu bölgelerde hastalığa yakalanarak daha fazla insanı enfekte edebileceği için teslimat drone'ları bu görevi güvenli hâle getirmiştir. Tıbbi malzemelerin taşınmasında drone kullanımı geleneksel teslimattan 80 kat daha hızlıdır.

2.1.2.4. Sigorta

Risk durumları sigortalanmadan önce veri toplama, önleyici bakım ve hasar değerlendirmesi açısından drone'lar önemli bir rol oynayabilir. Zararın ortaya çıktığı yere hızlı bir şekilde ulaşmak ve durum değerlendirmesi yapmak sigorta şirketleri için oldukça önemlidir. Böyle durumlarda özellikle ulaşılması zor ve zaman alacak olay yerlerine drone'larla hızlı şekilde ulaşılabilir ve olayla (kaza, yangın, doğal afet vb.) ilgili ilk veriler elde edilebilir.

Drone'lar, tarım sigorta taleplerini karşılamak için geniş bölgeleri kapsayan görüntüler yakalayabilir ve kasırga, deprem gibi büyük altyapı hasarlarının neden olduğu olayların yedi yirmi dört gözlem yeteneği ile 3D modellerini oluşturabilir. Böylece sigorta şirketlerinin hızlı ve hassas hasar değerlendirmesi yapmalarına yardımcı olur (Görsel 2.7). Aynı zamanda süreci daha etkili hâle getirir.

2.1.2.5. İnşaat

Drone'lar inşaat sektöründe karmaşık ve yüksek yapıların ulaşılması zor alanlarına kolay erişim sağlar. Bu sayede iş süreci etkin şekilde anlık takip edilebilir ve denetlenebilir. İnşaat bölgesinde küçük ve hafif malzemeler hızlı şekilde taşınabilir. Envanter ve stok düzeyleri izlenebilir, inşaatta kullanılan malzemelerin üzerindeki RFID etiketleri taranabilir (Görsel 2.8).

2.1.2.6. Tarım

Drone'lar günümüzde, tarımsal faaliyetlerde oldukça sık kullanılmaya başlanmıştır. Mahsul yönetimi ve izleme, yabancı ot tespiti, sulama sistemi planlama, hastalık tespiti, pestisit (zararlı organizmaları yok etmek için kullanılan maddeler) püskürtme, veri toplama (nem oranı, toprak özellikleri, verim tahmini, azot seviyesi vb.), tarım alanını gözetleme gibi işler drone kullanılarak çok daha hızlı, daha az tahribat ve maliyetle yapılabilmektedir (Görsel 2.9).

2.1.2.7. Enerji

Drone'lar enerji sektöründe erişilmesi zor alanlara daha güvenli ve daha uygun maliyetle ulaşmasını sağlar. Sektörde drone'lar, tesis içinde ya da tesisler arasında malzeme taşınması (denizde seyir güvenliğinin olmadığı durumlarda denizdeki petrol ve doğal gaz platformlarına karadan malzeme taşınması vb.), altyapılarda risk durumlarının incelenmesi, reaktörlerin izlenmesi, petrol ve gaz boru hatları ile elektrik iletim hatlarının gözlenmesi, hava şartları verilerinin alınması, rüzgâr türbini kanatlarının daha yüksek çözünürlükte incelenmesi, enerji üretim tesislerinin anlık izlenmesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır (Görsel 2.10). Kullanılan drone'lar genellikle önceden tanımlanmış görevleri otonom şekilde yerine getirir.



Görsel 2.7: Doğal afet bölgesinde drone'la hasar tespit çalışması



Görsel 2.8: İnşaat çalışmasında drone kullanımı



Görsel 2.9: Tarımsal ilaçlamada drone kullanımı



Görsel 2.10: Enerji üretim tesisinin denetlenmesinde drone kullanımı

2.1.2.8. Afet Yönetimi ve Arama Kurtarma

Drone'lar, güvenlik ve acil durumlar için anlık görüntü sağlayarak daha iyi kontrol, hassas istihbarat toplama, kapsamlı durum farkındalığı ve daha bilinçli karar verme imkânı sağlar. Bu sayede afet yönetimi ve acil durum müdahalesi daha etkin şekilde yapılabilir (Görsel 2.11).

Günümüzde şiddetli rüzgâr (fırtına, kasırga, hortum vb.), sel, deprem, kaza, yangın gibi olayların ardından hızla gerçekleştirilen keşif çalışmalarında drone'lar kullanılmaktadır. Genellikle optik kameralarla donatılmış küçük drone'lar, görüntüleri çekmek ve hedeflerin 3D nokta bulutlarını oluşturmak için kullanılır. Bu 3D modeller, yer tabanlı LİDAR araştırmaları ile birleştirilerek afet sonrası senaryolarda göreceli yer değiştirme ölçümlerini elde etmek için kullanılır. Drone'ların temel özellikleri, onları hızlı risk değerlendirmesi, tehlike belirleme ve veri toplama dâhil olmak üzere afet sonrası çabalar için ideal araçlar yapar.

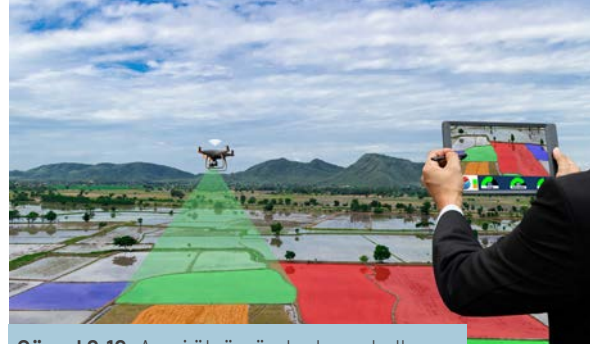


Görsel 2.11: Kurtarma ekipmanının taşınmasında drone kullanımı

2.1.2.9. Uzaktan Algılama ve Haritalama

Drone'lar; arazi ve şehir haritaları oluşturma, su havzalarının (okyanus, deniz, göl, nehir vb.) jeomorfolojik (yüzey özellikleri) ve hidrolojik (su miktarı, akış hızı vb.) niteliklerini tespit etme, izleme ve haritalama, bitki örtüsü izleme ve haritalama, doğal afet zararlarının çevresel etkilerini değerlendirme, haritalama gibi görevler için kullanılmaktadır (Görsel 2.12).

Uzaktan algılama ve haritalama işlemlerinde drone yardımıyla iki ya da üç boyutlu görüntülerin toplanabilmesi için ışık ölçümü (fotometri) ve bilgisayarlı görme yöntemleri kullanılmaktadır.



Görsel 2.12: Arazi ölçümünde drone kullanımı

2.1.2.10. Güvenlik ve Gözetim

Drone'lar özellikle ulaşım ağlarının (köprü, yol, kanal, boğaz vb.), sınırların, gizli ve / veya yasak bölge ve yapıların denetiminde; olay yeri incelemesinde, kalabalık bölgelerin izlenmesinde sürekli ve anlık görüntü almak için kullanılmaktadır (Görsel 2.13).



Görsel 2.13: Trafik kontrolünde drone kullanımı

2.1.2.11. Araştırma ve Bilimsel Çalışmalar

Bilim insanları çevresel izleme, deniz biyolojisi, orman yönetimi, atmosfer bilimleri gibi alanlarda drone'ları araştırma amaçları için kullanmaktadır. Deniz bilimlerinde okyanusların altındaki dünyayı keşfetmek için su altı drone'ları kullanılmaktadır (Görsel 2.14).

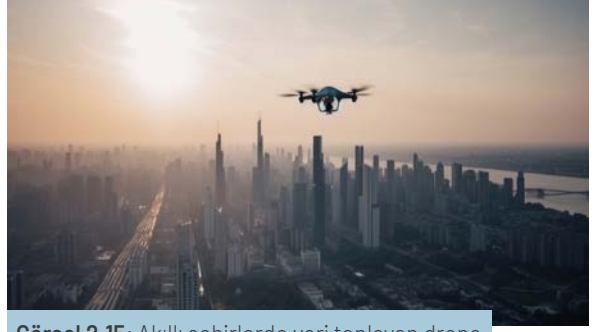


Görsel 2.14: Okyanus dibi araştırmalarında drone kullanımı

2.1.2.12. Akıllı Şehir

Akıllı şehirlerin geliştirilmesi ve etkili bir şekilde yönetilmesi için drone tabanlı teknolojilerin, IoT çevresinin, güvenilir kablosuz hücresel ağların, faaliyetlere dayanıklılığın ve büyük miktarda verinin entegre edilmesi oldukça önemlidir.

Drone'lar, akıllı şehirlerde birçok kablosuz uygulama sunabilir; bir şehir içinde geniş çaplı veri toplayabilir ve bunları büyük veri analitiği amaçları için merkezî bir bulut birimine iletebilir (Görsel 2.15). Drone tabanlı istasyonlar, bir şehir boyunca ağ ve frekans dağılımını algılamak ve ağ operatörlerine ağ ve frekans planlama çalışmalarında yardımcı olmak için kullanılabilir. Ayrıca bu istasyonlar bir şehirdeki hücresel ağ kapsama alanını artırabilir veya belirli acil durumlar için hızlı bir yanıt sağlayabilir.



Görsel 2.15: Akıllı şehirlerde veri toplayan drone

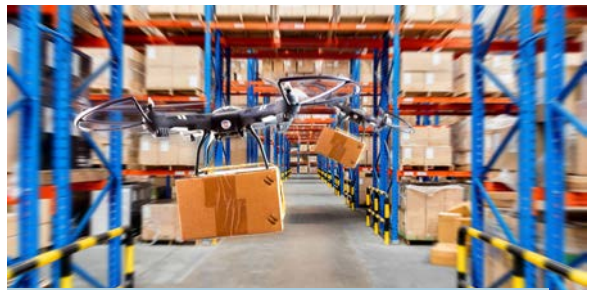
2.1.2.13. Lojistik

Lojistik sektörü, drone'ların en yavaş gelişme kaydettiği sektörlerden biri olarak görülse de potansiyel faydalarından büyük umutlar beslenen bir alandır. Küçük işletmelerden büyük işletmelere kadar her seviyedeki lojistik faaliyetleri kapsamaktadır. Özellikle deniz, hava ve kara yolu taşımacılığı alanlarında son derece gelişmiş ve etkili bir altyapıya sahiptir. Bu nedenle drone'ların lojistik sektöründe tam anlamıyla yer bulması ve fayda sağlaması zaman almaktadır.

Drone teknolojisinin lojistik için potansiyeli, altyapısı zayıf veya izole nüfuslu kırsal bölgelerde (örneğin dağlar veya adalar) daha açık bir şekilde görülmektedir. Drone'lar, bu bölgelerde özellikle acil ulaştırılması gereken gönderilerin taşınması için kullanılabilir. Taşıma kapasiteleri sınırlı olsa da bir drone ağı yine de büyük bölgelerde lojistik ağları destekleyebilir.

Taşıma kapasitelerinin sınırlı olmasının yanında lojistik faaliyetlerde drone kullanımını kısıtlayan başka hususlar da vardır. Bu hususlardan bazıları hava koşulları, hava trafik kontrolü, hırsızlık, uçuşa yasak bölgeler, yasal kısıtlamalar ve sigorta maliyetleridir.

Lojistik sektöründeki özellikle büyük ölçekli firmalar; dağıtım ve toplama, taşıma, aktarma ve depolama faaliyetlerinde drone teknolojisine yatırım yapmaya başlamıştır. Son adım teslimatta, lojistik merkezler arasında yapılan aktarmalarda, depo içinde ürün yerleştirme, sipariş toplama ve sayım işlemlerinde drone teknolojisinden faydalanılmaya başlanmıştır (Görsel 2.16).



Görsel 2.16: Depolama faaliyetlerinde drone kullanımı



1. SIRA SİZDE

Türkiye’de drone taşımacılığının mevcut durumunu ve drone taşımacılığı uygulamalarına yönelik yürütülen projeleri araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerle bir afiş hazırlayınız ve bu afiş üzerinden sınıfta sunum yapınız.

2.1.3. Drone Taşımacılığının Günümüzdeki ve Gelecekteki Kullanım Durumu

Türkiye’de drone pazarının büyüklüğü yaklaşık 30 milyon dolara çıkmıştır. Yeni tasarlanan ve geliştirilen drone’lar ile birlikte sektör hızla büyümeye devam etmektedir. SHGM’ye kayıtlı olan drone sayısı 25 bini geçmiş durumdadır. Ülkemizde 33 bini aşkın drone pilotu bulunmaktadır. Bazı iş ilanları incelendiğinde drone pilotu arayan birçok firma bulunmaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere büyüyen drone sektörü hem ekonomik getiri hem de istihdama katkı sağlayarak kendi ekonomisini oluşturmaktadır.

FAA tarafından yapılan tahminlere göre sivil drone üretiminin 2025 yılında 2,7 milyardan 10,9 milyara ulaşacağı belirtilmektedir. Bu veriler ışığında drone sektörünün ortalama olarak 10 yıllık bir periyotta %100’den daha fazla büyüme göstereceği tahmin edilmektedir. Farklı sektörlerdeki (e-ticaret, enerji, kargo, posta, kurye, lojistik vb.) büyük şirketler, düşük maliyetli olması nedeniyle drone kullanımına yönelmişlerdir. Aynı zamanda küçük ve büyük ölçekli birçok işletme bu alanda ticari faaliyet yetkisi almak için ulusal havacılık kuruluşlarına kayıt yaptırmaktadır.

Gelecekte taşımacılık da dâhil lojistik sektöründe derin öğrenme, yapay zekâ, büyük veri, makine öğrenimi, sürücüsüz araçlar ve uygulamalarla yön verilebilecek pek çok yenilik yaşanacaktır. Bazı araştırmalara göre 2050 yılında 100 binin üzerinde yolcu drone ile taşınacak ve drone teknolojisi yakın bir gelecekte alternatif taşıma türü olarak sektörde yerini alacaktır (Görsel 2.17).



Görsel 2.17: Yolcu taşımacılığında drone kullanımı



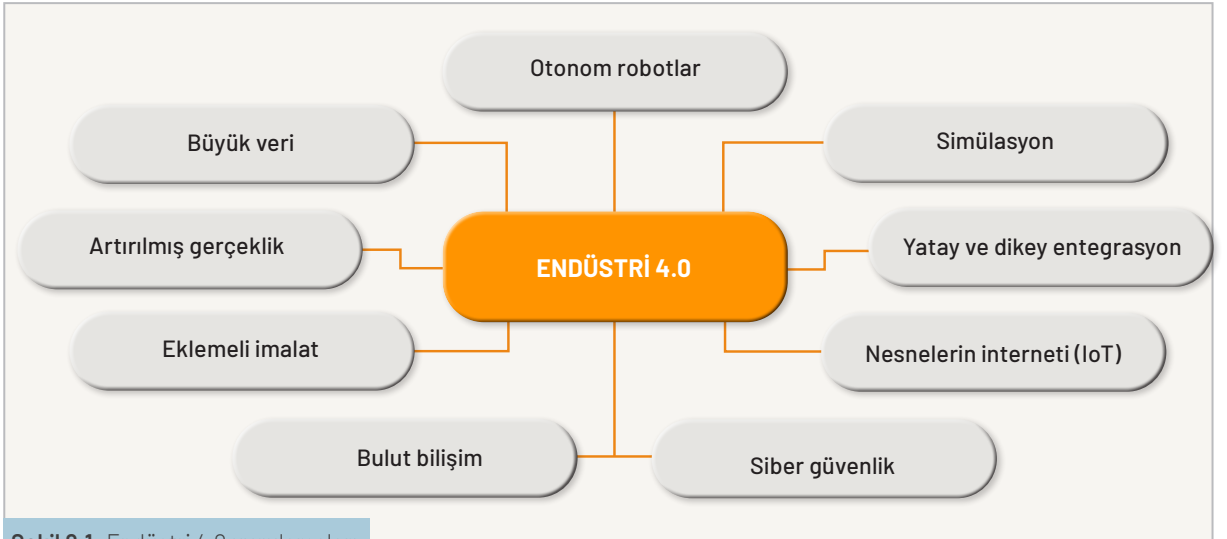
BİLGİ KUTUSU

Blok zincir [blockchain (blokçeyn)], tarafların belirli kurallara göre anlaşmaları sonucunda sanal varlıkların dijital ortamda transfer olmasını sağlayan teknolojidir. Kıymetli evrak yönetim sistemine, çoklu onay mekanizmalarına dayalı olarak taraflara şeffaflık ve güven ortamı yaratmaktadır. Kayıtlara girmiş belgeler üzerinde değişiklik yapılamaması, girilen verilerin değiştirilememesi gibi özellikleriyle gümrük ve dış ticaret işlemlerine önemli katkılar sağlamaktadır.

Drone taşımacılığının geleceği düşünüldüğünde, teoride ve pratikte yapılması gereken birçok iyileştirmeden bahsedilebilir. Örneğin çevre açısından bakıldığında mesafe kısa ve teslimat birkaç müşteri ile sınırlıysa daha avantajlı olan drone taşımacılığı, mesafenin uzaması ve müşteri sayısının artması ile birlikte kara taşıma göre daha maliyetli hâle gelir. Dolayısıyla değişik filolarda amaç fonksiyonu çevre ile ilgili duruma getirilerek enerji ve çevre konusu da incelenebilir. Dış koşullar, özellikle aşırı sıcaklık, sis, nem, rüzgâr gibi faktörler; drone'nun pil ömrü, uçuş mesafesi, hız gibi özelliklerini etkileyebilir ve belirsizlik oluşabilir. Bu belirsizlikler, drone güvenliği ve emniyetini azaltabilir, çizelge oluşturma ve planlama yapmayı zorlaştırabilir. Modelleme aşamasında bu belirsizliklerin dâhil edilmesi, modellerin iyileşmesini ve taşıma işinin daha kusursuz yapılmasını sağlayacaktır.

2.1.4. Endüstri 4.0 Lojistik Uygulamaları

Küreselleşmenin son zamanlarda her alanda etkisini daha fazla göstermesiyle birlikte ülkeler arasındaki sınırlar kalkmış ve uluslararası ticaret hacmi artmıştır. Ürün ve hizmetler daha ulaşılabilir olmuştur. Bu durum bir yandan insanlara ve işletmelere daha kaliteli ürün ve hizmetleri daha ucuza ve kolaylıkla satın alabilme imkânı sağlarken diğer taraftan işletmelerin piyasaya tutunabilmeleri ve rekabet edebilmeleri için yeni stratejiler geliştirmesini gerektirmektedir. Lojistik faaliyetlerin organizasyonunun en iyi şekilde yapılması ve şirketlerin rekabet gücünü eline alması, yeni teknolojilere uyum sağlamakla mümkün olacaktır. Bu bağlamda Endüstri 4.0 uygulamaları işletmelere bu olanağı sağlamaktadır (Şekil 2.1).

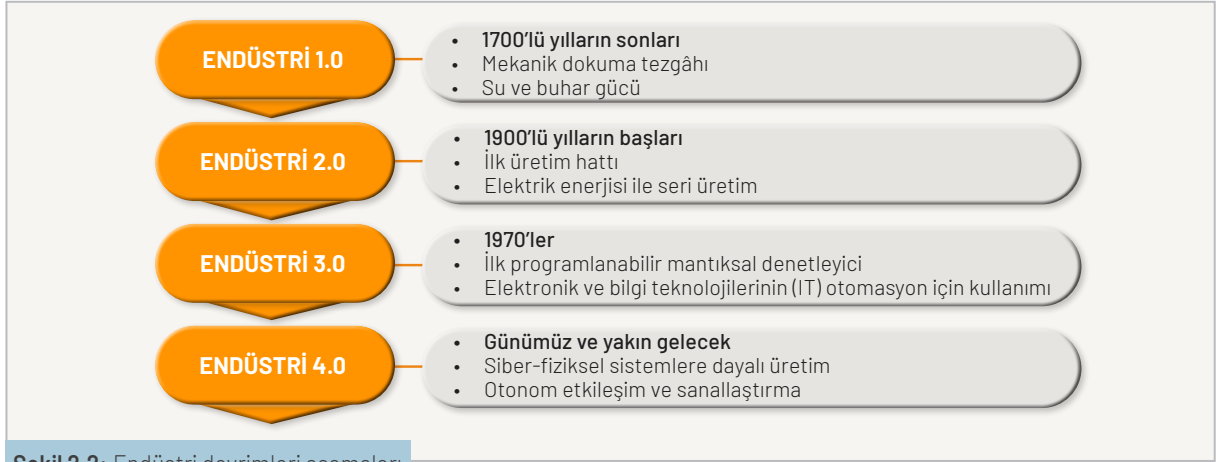


Şekil 2.1: Endüstri 4.0 uygulamaları

2.1.4.1. Endüstri 4.0

Endüstri 4.0; veri paylaşma, veri toplama, bilişim alanlarındaki gelişmeleri, üretim teknolojilerindeki gelişmeleri ve otomasyonu bütünsel olarak ele alan bir yapıyı ifade eder. Başka bir deyişle var olan her nesnenin yapay zekâ, uzay teknolojileri, üç boyutlu yazıcılar, robotik teknolojileri gibi alanlarda meydana gelen gelişmelerle birlikte diğer nesnelerle internet aracılığıyla iletişim kurduğu akıllı üretim dönemi olarak kabul görmektedir. Bu alanda en sık kullanılan teknolojilerden biri üç boyutlu yazıcılardır. Katmanlı imalat olarak da adlandırılan bu üretim teknolojisi, yapay zekâ ile bütünleştirildiğinde tahmin edilenden çok daha fazla alanda etkin bir şekilde kullanılabilir.

Endüstri 4.0'ın gelişim süreci, öncesinde yaşanan süreçlerle dört ana başlık altında toplanır (Şekil 2.2). Endüstri devrimleri, kömür ve buhar kuvvetine dayanan makineleşmenin iş bölümünde ihtisaslaşmaya yol açmasıyla başlamıştır. Günümüzde ise Endüstri 4.0 devrimi yaşanmaktadır.

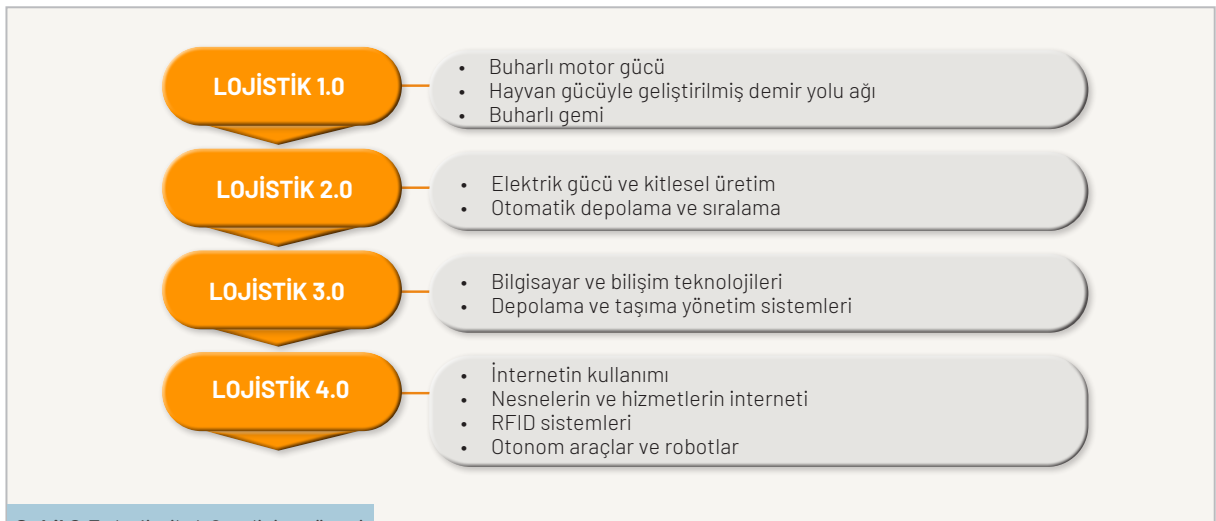


Şekil 2.2: Endüstri devrimleri aşamaları

Endüstri 4.0'ın temel prensibi akıllı fabrikalarda kendi kendini yönetebilen sistemler sayesinde daha verimli, daha güvenli ve daha hızlı üretim yapılmasıdır. Endüstri 4.0'ın hedefi ise daha yüksek düzeyde bir operasyonel verimlilik ve üretkenliğin yanı sıra daha yüksek bir otomasyon düzeyi elde etmektir.

2.1.4.2. Lojistik 4.0

Endüstri 4.0'ın etkilediği ve dönüştürdüğü başlıca sektörlerin başında lojistik gelmektedir. Bu dönüşüm Lojistik 4.0 adı verilmektedir. Lojistik 4.0, akıllı ürün ve hizmetleri içine alan bir kavramdır. İnsanlar ile makinelerin gerçek zamanlı iletişimine imkân verir ve yoğun bir şekilde internet kullanımını gerektirir. Müşteri talebindeki değişiklikler, lojistik sistemlerin evrimindeki temel itici güçlerden biridir. Lojistik sektörünün tarihî gelişimi endüstrinin tarihî gelişimi ile oldukça benzerlik göstermektedir ve dört aşamadan oluşmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Lojistik 4.0 gelişim süreci

- a) **Lojistik 1.0:** Buhar makinesinin icadı ile birinci endüstri devrimi (Endüstri 1.0) başlamış ve kırsal yaşamdan sanayileşmeye geçilmiştir. Bu geçişten önce at arabaları gibi ilkel yöntemlerle yapılan lojistik taşıma faaliyetleri, buhar makinelerinin ulaşımında kullanılmasıyla demir yolu ve deniz yolu taşımacılığında da kullanılmaya başlanmış ve kara yolu taşımacılığı azalmıştır.
- b) **Lojistik 2.0:** İkinci endüstri (Endüstri 2.0) devrimi, 19. yüzyılın sonu ve 20. yüzyılın ilk yarısını kapsar. Teknolojik devrim olarak da adlandırılır. Çünkü medeniyeti değiştiren birçok keşif ve icat, bu dönemde gerçekleştirilmiştir. Bu gelişmelere bağlı olarak lojistik bu dönemde daha önemli hâle gelmeye başlamış, yeni taşıma biçimleri geliştirilmiş, özel taşıma araçları ve malların otomatik elleçlenmesi için sistemler ortaya çıkmıştır.
- c) **Lojistik 3.0:** Otomatik üretim yapan robotların kullanılmasıyla birlikte Lojistik 3.0 kavramı ortaya çıkmıştır. Lojistikte taşıma yönetim sistemlerinin ve depo yönetim sistemlerinin kullanılması lojistik yönetiminin de yeniden yapılanmasını sağlamıştır. Depo yönetim sistemleri ve taşıma yönetim sistemleri yazılımlarının yaygınlaşmasıyla birlikte tedarikçilere verilen siparişlerde ihtiyaç anında erişilebilir olma adına lojistik süreçler planlanabilmektedir. Bu yazılımlarla nihai ürün veya ham madde taşıyan araçların rota planlamaları da yapılabilmektedir.
- ç) **Lojistik 4.0:** Otonom karar alabilen sistemlerle yönetilen, bölgesel dinamiklere önem veren; lojistik süreçlerin, tedarikçilerin ve müşterilerin birbirine dijital yollarla bağlandığı bir yapıdır. Lojistik 4.0'ın üç ana özelliği vardır. **Dikey entegrasyon**, bir fabrika içinde çeşitli seviyelerde farklı bilişim teknolojisi sistemlerinin entegrasyonunu; **yatay entegrasyon**, işletmeler arası iş birliğini; **uçtan uca mühendislik entegrasyonu** ise paydaşların, ürünlerin ve makinelerin uygun şeklide bağlanabilmesini ifade eder.

Lojistikte süreç verimliliği oldukça önemli bir göstergedir. Bu nedenle tüm Lojistik 4.0 uygulamalarının esas amacı verimliliği artırmaya yöneliktir (Şekil 2.4).

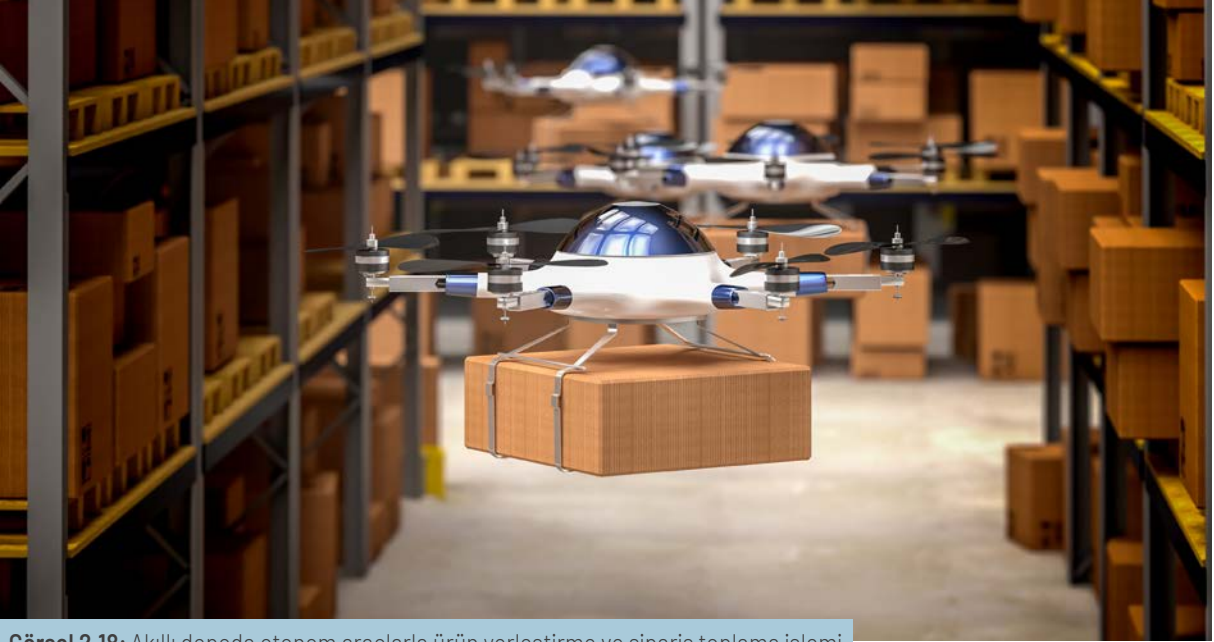


Şekil 2.4: Lojistik 4.0'ın yararları

- a) **Düşük Maliyet:** Akıllı sensörlerin ve otonom cihazların kullanımı ve stokların izlenebilirliği ile işletme maliyetlerinin düşürülmesidir.
- b) **Hız:** Otonom araç ve robotlarla lojistik iş süreçlerinin hızlandırılmasıdır.
- c) **Standardizasyon:** Teknolojinin kullanımı ile lojistik süreçlerin belirli ölçütlere göre yapılandırılmasıdır.
- ç) **Verimlilik:** Teknolojinin iş süreçlerine uyarlanmasıyla maliyetlerin (girdiler) azaltılması, ortaya çıkan faydanın (çıktılar) artırılmasıdır.
- d) **Gelişim ve Değişim:** Yeni teknolojilerle iş süreçlerinin yapısal olarak değiştirilmesi ve daha ergonomik hâle getirilmesidir.

- e) **Güvenlik:** Güvenlik ve bilişim teknolojileri (iş güvenliği sistemleri, blok zincir, büyük veri, bulut teknolojisi vb.) sayesinde insan, ekipman, çevre ve veri güvenliğinin sağlanmasıdır.
- f) **İş Gücü Tasarrufu:** Otomasyon sistemlerinin iş süreçlerine uyarlanmasıyla iş gücüne olan gereksinimin azaltılmasıdır.

Lojistik 4.0 uygulamalarının birçok faydası olmasına rağmen iş süreçlerine uyarlanması oldukça maliyetli ve zaman alıcıdır. Ancak değişen müşteri istekleri ve küresel rekabetin getirdiği değişime uyum sağlayabilmek için Lojistik 4.0 uygulamaları, lojistik iş süreçlerine uyarlanmalıdır. Bu durum, zamanla lojistik sektöründe insan gücüne dayalı işlerin yok olmasına, bunun yanında bilişim ve teknoloji ağırlıklı iş kollarının ortaya çıkmasına zemin hazırlayacaktır (Görsel 2.18).



Görsel 2.18: Akıllı depoda otonom araçlarla ürün yerleştirme ve sipariş toplama işlemi



BİLGİ KUTUSU

Otonom taşımacılık, genel olarak insan gücü hizmetine gerek duyulmadan taşımacılık faaliyetinin gerçekleştirilmesi anlamına gelir. Buna örnek olarak depo, rıhtım ya da havalimanı gibi yerlerde kullanılan otonom forklift ve otonom taşıma sistemleri gösterilebilir.



1. ETKİNLİK

Süre: 40 dk.



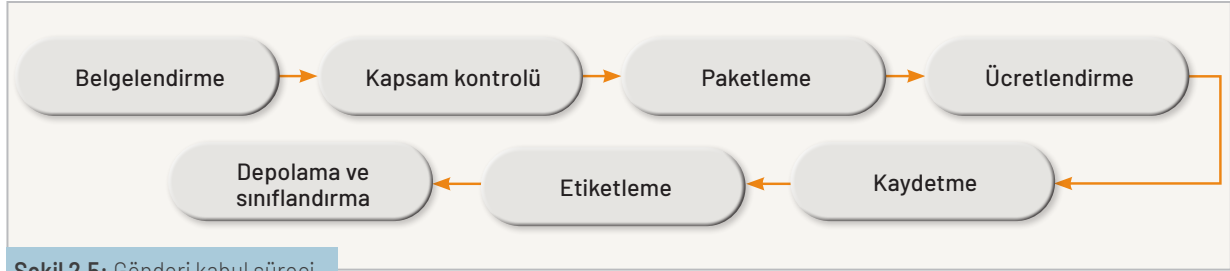
Endüstri 4.0 Uygulamaları

Aşağıda günümüzde kullanılan bazı Endüstri 4.0 uygulamaları ve açıklamaları verilmiştir. Verilen örneği inceleyerek diğer Endüstri 4.0 uygulamalarının hangi lojistik iş süreçlerinde kullanıldığını ya da kullanılabileceğini belirtiniz.

| | |
|---|--|
| <p>Giyilebilir Teknoloji: Çalışanların hareket kabiliyetini artıran, mevcut kaynakların kullanımını en üst seviyeye çıkaran bileklik, saat, gözlük vb. araç gereçtir.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Raflardaki ürün barkotlarını tarama ve işleme • Ürün bilgilerine anlık erişim sağlama • Veri tabanına bağlanma, verileri görüntüleme ve veri yükleme • Palet oluşturma optimizasyonu • Depo içi haritalama |
| <p>Bulut Bilişim: İnternet üzerinden erişimde bulunan yazılım uygulamaları, veri depolama hizmeti ve işlem kapasitesidir.</p> | <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
| <p>Otonom Araçlar ve Robotlar: Çevresini algılayabilen ve çok az insan girdisiyle veya girdi olmadan hareket edebilen araç ve robotlardır.</p> | <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
| <p>Sanal ve Artırılmış Gerçeklik: Sanal gerçeklik teknolojisi ile bilgisayarlardaki kamera yardımı sayesinde bir nesneye baktığında daha önce entegre edilmiş olan dijital ya da elektronik içerikler görülebilmektedir.</p> | <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
| <p>Akıllı Otomasyon: Verilerin sürekli ve düzenli olarak toplanması, işlenmesi ve analiz edilmesi için makine bilgisinin ve diğer bilişsel teknolojilerin kullanılmasıdır.</p> | <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |
| <p>Nesnelerin İnterneti (IoT): Fiziksel nesnelerin birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle bağlantılı olduğu iletişim ağıdır. İnternet üzerinden diğer cihazlara ve sistemlere bağlanmak ve veri alışverişi yapmak amacıyla sensörler, yazılımlar ve diğer teknolojilerle donatılmıştır.</p> | <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> |

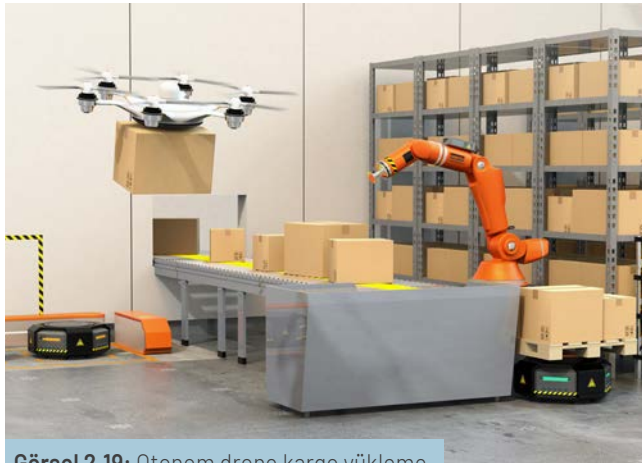
2.2. ÜRÜN KABUL İŞLEMLERİ

Ürün kabulü, depolama ve dağıtım faaliyetlerinden önce ürünlerin göndericiden teslim alınması sürecini ifade eder. Ürünler, gönderici adresinde teslim alındığı gibi ürünlerin gönderici tarafından taşıyıcı firmanın ürün kabul noktalarına getirilmesiyle de teslim alınabilir. Gönderi kabul işlemi sırasında genel olarak belgelendirme, kontrol, paketleme yapılacaksa uygun şekilde paketleme, gönderi ücreti hesaplama, gönderi bilgilerini sisteme işleme, etiketleme, depolama ve sınıflandırma işlemleri yapılır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Gönderi kabul süreci

E-ticaret işlemlerinde ürün kabul işlemleri çevrim içi olarak yapılır ve belge olarak elektronik ortamda hazırlanan Mesafeli Satış Sözleşmesi kullanılır. Müşteri tarafından sipariş çevrim içi oluşturulurken teslimatın drone ile yapılması talimatı verilir ve teslimat, girilen bilgiler doğrultusunda gerçekleştirilir. Bu süreçte müşteri adresine en yakın depo tercih edilir. Siparişler depo içinde toplanır, paketlenir ve taşımaya hazır hâle getirilir. Otonom ya da pilot kontrollü drone'lara yüklenir ve teslimat gerçekleştirilir (Görsel 2.19).



Görsel 2.19: Otonom drone kargo yükleme

2.2.1. Belgelendirme

Gönderi kabul işlemleri sırasında gönderi bilgilerinin, gönderici beyan ve talimatlarının kayıt altına alınması gerekir. Hukuksal geçerlilik bakımından bu veriler yazılı olmalı, gerektiğinde kanıt oluşturabilmeli ve aidiyeti saptanabilmelidir. Bu da belgelendirme ile mümkündür. Gönderi kabul işlemleri sırasında belge olarak genellikle gönderi kabul formu kullanılır. Gönderi kabul formu; gönderici, alıcı ad ve adresleri ile gönderiye ilişkin diğer bilgileri içeren belgedir (Görsel 2.20). Bu formun adı ve formatı, hizmet sunan işletmeye göre değişiklik gösterebilir.

GÖNDERİ KABUL FORMU

| | | | | | |
|--|--|---|--|--|--|
| Göndericinin Adı ve Soyadı : Adresi : Posta Kodu : _____ Şehir : _____ İş/Ev: 0 (_ _ _) _____ Cep: 0 (_ _ _) _____ Müşteri No : _____ E-Posta Adresi : _____ Sipariş No : _____ | |  | | Kabul Tarihi : _____ Kabul Saati : _____ Kabul Merkezi : _____ Kabul Damgası ve İMZA : _____ | |
| Alıcının Adı ve Soyadı : Adresi : Posta Kodu : _____ Şehir : _____ İş/Ev: 0 (_ _ _) _____ Cep: 0 (_ _ _) _____ Müşteri No : _____ | | Ağırlık : _____ 1) KKTG Ücreti : _____ 2) İkinci Adres Ücreti : _____ Alınan Toplam Ücret : _____ TL, _____ KR | | TESLİM ALANIN Adı ve Soyadı : _____ İmzası : _____ Teslim Tarihi ve Saati : _____ Teslim Edileme Sebebi : _____ | |
| EK HİZMETLER _____ _____ _____ | | Alıcıya Teslim Edilememesi Halinde : _____ Teslim / İade Bilgisi : _____ Gönderici İmzası : _____ | | _____ _____ _____ | |

* Yukarıdaki seçeneklerden biri işaretlenirse gönderici imzası alınır.

Görsel 2.20: Gönderi kabul formu örneği

Gönderi kabul formunun kabul işlemleri başlamadan önce gönderici tarafından hatasız ve eksiksiz bir şekilde doldurulup imzalanması gerekir. Ayrıca gönderinin alıcısına teslim edilememesi durumunda uygulanacak işlemin (iade edilmesi, tekrar dağıtımına çıkarılması, terk edilmesi vb.) gönderici tarafından kabul formunda açıkça belirtilmesi gerekir. Gönderi kabul formu üzerinde gönderiye ait bilgiler, gönderici ve alıcı bilgileri, varış yeri bilgisi, varsa ek hizmet bilgileri (sigortalı, adrese teslim, değerli vb.) ile gönderici talimatının yazılıp yazılmadığı kontrol edilir ve varsa eksik bilgiler tamamlanır. Gönderinin çıkış ve varış yeri bilgileri dikkate alınarak mesafe, drone menzili, hava şartlarının uygunluğu, uçuşa yasak bölge, kalkış ve iniş istasyonları, adrese teslimat yapılacaksa varış adresinin uygunluğu ve drone hava koridoru güzergâhı belirlenir.



BİLGİ KUTUSU

Lojistikte kapsam kontrolü, bir organizasyonun tedarik zinciri süreçlerinin etkili şekilde yönetilmesini sağlayan bir kavramdır. Malzeme akışının ve bilgi yönetiminin belirli bir süreç, proje veya organizasyon genelinde nasıl izlendiğini ve yönetildiğini ifade eder. Tedarik zinciri boyunca çeşitli aşamalarda gerçekleşen faaliyetleri planlamak, takip etmek ve düzenlemek amacıyla kullanılır.

2.2.2. Kapsam Kontrolü

Kapsam kontrolünde gönderici kabul formundaki bilgilerle gönderi içeriğinde yer alan ürün bilgileri karşılaştırılır. Ürünlerin cins, miktar, ağırlık, hacim ve ebat bakımından drone taşımacılığına uygunluk durumu tespit edilir. Gönderi içeriğinde drone'la taşınması yasak olan bir ürün tespit edilirse ya da ürünler ağırlık, ebat ve hacim bakımından drone'un taşıma kapasitesi kapsamında değilse gönderinin kabul işlemi yapılmaz. Lojistik merkezler arasında (toplama, aktarma, dağıtım merkezi gibi ara aşamalarda) taşınacak ya da son adım teslimatı insansız hava araçlarıyla yapılacak olan gönderilerin nitelikleri, kullanılacak olan insansız hava aracıyla taşınmasına uygun olmalıdır.

Günümüzde son adım teslimat olarak bilinen drone ile depodan kapıya teslim yöntemi yasal ve teknik sınırlamalar nedeniyle henüz yaygınlaşmamıştır. Dünyanın önde gelen e-ticaret firmaları son adım teslimatta yaşanabilecek sıkıntıları aşmak için çalışmalarına devam etmektedir. Önemli kargo firmaları ise drone taşımacılığını daha çok lojistik merkezler arası taşımacılıkta yaygınlaştırmaya çalışmaktadır. Bu nedenle e-ticaret firmaları daha düşük kapasiteli ve kısa menzilli drone (azami kalkış ağırlığı 2-25 kg aralığında, 200 km'ye kadar menzili olan) geliştirme çalışmalarına hız verirken kargo firmaları ise yüksek kapasiteli ve uzun menzilli drone (azami kalkış ağırlığı 150 kg'dan fazla, 500 km'ye kadar menzili olan) geliştirme ve kullanma projeleri yürütmektedir (Görsel 2.21 ve Görsel 2.22).



Görsel 2.21: Düşük kapasiteli kargo drone'u



Görsel 2.22: Yüksek kapasiteli kargo drone'u



2. SIRA SİZDE

Türkiye'de lojistik faaliyetlerde drone teknolojisi uygulamalarına yönelik yürütülen projeleri araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerle sunu hazırlayınız ve bu sunuyu sınıfta paylaşınız.

2.2.3. Paketleme

Gönderilerin kabul edilebilmesi için kullanılan ambalaj; gönderinin ağırlığına, niteliğine ve taşıma şekline uygun olmalıdır. Aynı zamanda ürünü baskıdan koruyacak, elden ele geçmeler sırasında kapsamını bozmayacak, içinden herhangi bir şey düşmeyecek, sızmayacak veya çıkarılamayacak şekilde sağlam olmalıdır. Gönderinin canlı sağlığını tehdit etmeyecek, diğer gönderilere zarar vermeyecek, hasara uğratmayacak ve müdahale edilmiş izlenimi bırakmayacak şekilde ambalajlanması gerekir.

Drone'lar, kargo merkezleri arasında yapılan aktarmalarda kalkış ve iniş istasyonlarını kullanmaktadır. Bu tür taşımalarda ambalaj malzemesi olarak genellikle kutular kullanılır. Kullanılan bu ambalaj malzemeleri, içindeki ürünü taşıma sırasında dış etkenlerden (yağmur, kar, fırtına vb.) koruyacak nitelikte malzemelerden üretilmiş olmalıdır.

Son adım teslimat, güvenlik nedeniyle drone yere iniş yapmadan belirli bir yükseklikten yükün aşağı bırakılması şeklinde gerçekleştirilir. Bu işlem; yükün ip, halat, kablo gibi bir malzeme ile aşağı bırakılması (Görsel 2.23), yüke takılan bir paraşüt yardımıyla yüksekten bırakılması (Görsel 2.24) ya da herhangi bir indirme malzemesi kullanılmaksızın yükün belirli bir yükseklikten aşağı indirilmesi (Görsel 2.25) şeklinde gerçekleştirilir. Kullanılan iniş malzemeleri (ip, halat, kablo, paraşüt vb.), yüke rahatlıkla takılabilecek, tekrar kullanılabilir nitelikte ve yükü güvenli şekilde yere indirebilecek sağlamlıkta olmalıdır. Yük, iniş malzemesi kullanılmadan indirilecekse yükün ambalajında düşme kuvvetini emebilecek nitelikte şok emici bir malzeme (köpük, sünger, elastik naylon vb.) kullanılması gerekir.



Görsel 2.23: Yükün iple yere indirilmesi



Görsel 2.24: Yükün paraşütle yere indirilmesi



Görsel 2.25: Yükün iniş ekipmanı olmadan yere bırakılması

2.2.4. Ücretlendirme

Drone taşımacılığında sunulan hizmetlerin ücretlendirilmesinde işletmelerin temel maliyet unsurları dikkate alınır ve maliyete dayalı bir ücretlendirme stratejisi benimsenir. Gelecekte rekabetin yoğunlaşmasıyla birlikte sektörde rekabete dayalı bir ücretlendirme stratejisinin de benimsenmesi ve böylelikle karma bir ücretlendirme stratejisinin oluşturulması beklenmektedir (Görsel 2.26).

Drone taşımacılığı yapan işletmeler, gönderi ücretlerini belirlerken genellikle maliyetleri dikkate alarak taşınacak gönderinin ağırlığını, taşıma mesafesini, sigorta bedelini ve sunulan ek hizmetleri (sürelî teslimat, adresten alım, adrese teslim vb.) dikkate almaktadır (Şekil 2.6).



Görsel 2.26: Drone taşımacılığında ücretlendirme



Şekil 2.6: Drone taşımacılığında ücrete etki eden unsurlar

- a) **Ağırlık:** Drone taşımacılığında gönderi kabul edilirken yapılacak ilk kontrollerden biri gönderinin ağırlığıdır. Ağırlık arttıkça drone'un taşıma sırasında ihtiyaç duyacağı enerji miktarı da artar. Drone taşımacılığında taşınan yükün ağırlığı arttıkça yükün taşıma maliyeti de artar.

- b) Taşıma Mesafesi:** Drone taşımacılığında taşıma ücretini etkileyen ikinci unsur, yükün çıkış yeri ile varış yeri arasındaki uçuş mesafesidir. Taşıma mesafesi ile taşıma ücreti doğru orantılıdır. Mesafe arttıkça drone daha fazla enerji harcayacağı için gönderi ücreti de artar. Taşıma mesafesinde dikkat edilmesi gereken konulardan biri de drone'un uçuş kontrol menzildir. Bu menzil dışında kalan bir mesafe için taşıma hizmeti sunulmaz.
- c) Sigorta Ücretleri:** Drone taşımacılığında ücrete doğrudan etki eden unsurlardan biri de sigorta ücretleridir. SHGM tarafından hazırlanan İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı çerçevesinde ticari amaçla kullanılan drone'lar için Drone (İHA) Sorumluluk ve Gövde Sigortası zorunlu hâle getirilmiştir. Taşıma sırasında yükün zarar (hasar, kayıp vb.) görmesi durumuna karşı da Taşıyıcı Mali Mesuliyet Sigortası yaptırılmalıdır. Sigorta ücretlerinin hesaplanmasında, kullanılan drone'un ve taşınacak yükün değeri ile uçuş güzergâhının nitelikleri (mesafe, güvenli uçuş süresi, hava şartları vb.) dikkate alınır. Ayrıca değerli eşya taşınacaksa bu eşyaların değeri oranında Değerli Eşya Sigortası yaptırılır. Sigorta gideri arttıkça gönderi ücreti de artar.
- ç) Ek Hizmetler:** Gönderi kabul işlemleri sırasında taşıtan tarafından süreli teslimat, adresten alım, adrese teslim gibi bir ek (özel) hizmet talep edilirse sunulması gereken ek hizmetin niteliğine göre ek hizmet ücreti ortaya çıkar ve gönderi ücretine eklenir.



3. SIRA SİZDE

Sevkiyat ve dağıtım faaliyetlerinde drone'ları kullanan bir firmanın gönderi ücretleri ile aynı gönderinin geleneksel yollarla sevk edilmesi ve dağıtılması durumunda ödenecek ücreti araştırınız. Ortaya çıkan ücret farkını müşteri gözüyle değerlendiriniz. Fikirlerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.2.5. Kaydetme

Gönderilerin kabul edilmesi sırasında sevkiyat ve dağıtımla ilgili bütün verilerin elektronik ortama aktarılmasıdır. Gönderi kabul formunda yer alan bilgiler drone taşımacılığı hizmeti sunan firmanın kullandığı gönderi kayıt ve takip programına kaydedilir. Drone ile dağıtım ve teslim hizmeti sunan e-ticaret firmaları, siparişleri elektronik ortamda aldığı için veri işleme süreci anlık olarak yapılır. Bu süreçte hizmet alan tarafından elektronik ortamda düzenlenen ve onaylanan Mesafeli Satış Sözleşmesi'nde yer alan bilgiler dikkate alınır (Görsel 2.27).

MESAFELİ SATIŞ SÖZLEŞMESİ

MESAFELİ SATIŞ SÖZLEŞMESİ

MADDE 1 - TARAFLAR

1.1. SATICI:
 Ünvanı:
 Adresi:
 Telefon:
 Fax:

1.2. ALICI:
 Adı Soyadı / Ünvanı:
 Adresi:
 Telefon:
 E-posta:

1.3. SİPARİŞ:
 Sipariş Numarası: 00000000

MADDE 2 - KONU

İşbu sözleşmenin konusu, ALICI'nın SATICI'ya ait www. .com.tr internet sitesinden elektronik ortamda siparişini yaptığı aşağıda nitelikleri ve satış fiyatı belirtilen ürünün satışı ve teslimi ile ilgili olarak 4077 sayılı Tüketicilerin Korunması Hakkındaki Kanun ve Mesafeli Sözleşmeleri Uygulama Esas ve Usulleri Hakkında Yönetmelik hükümleri gereğince tarafların hak ve yükümlülüklerinin sağlanmasıdır

Okudum ve kabul ediyorum

KABUL EDİYORUM **GERİ**

Görsel 2.27: Mesafeli Satış Sözleşmesi

Gönderi kabul işlemi tamamlandıktan sonra sistem tarafından her gönderi için bir gönderi takip numarası atanır. Bu numara sayesinde gönderi hareketleri, hizmet sunan ve hizmet alan tarafından anlık olarak takip edilebilir.

2.2.6. Etiketleme

Kayıt işlemi tamamlanan gönderi için sistem üzerinden barkod etiketinin yazdırılması ve gönderinin üzerine yapıştırılması işlemidir. Etiketleme işleminde etiket yazıcısı ve yapışkanlı rulo etiket modelleri kullanılır. Aynı zamanda bu aşamada gönderi üzerine, gönderinin nitelikleri ve taşıma şekli dikkate alınarak gerekiyorsa uyarı ve tehlike etiketleri de yapıştırılır (Görsel 2.28).

Gönderi, etiketleme işlemi tamamlandıktan sonra belli bir süre depolama işlemine tabi tutulabilir. Teslimat zamanı gelen gönderiler için uygun drone seçimi yapılır ve gönderi drone'a yüklenerek dağıtım çıkarılır.



Görsel 2.28: Gönderi üzerinde bulunan barkod ve uyarı etiketleri

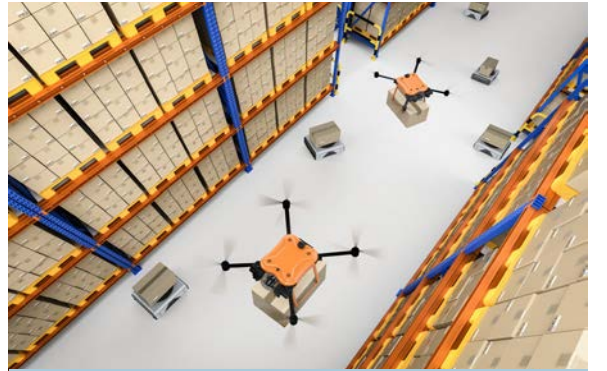


4. SIRA SİZDE

Taşımacılıkta kullanılan uyarı ve tehlike etiketlerinin yer aldığı bir afiş hazırlayınız ve bu afişi sınıf panosuna asınız.

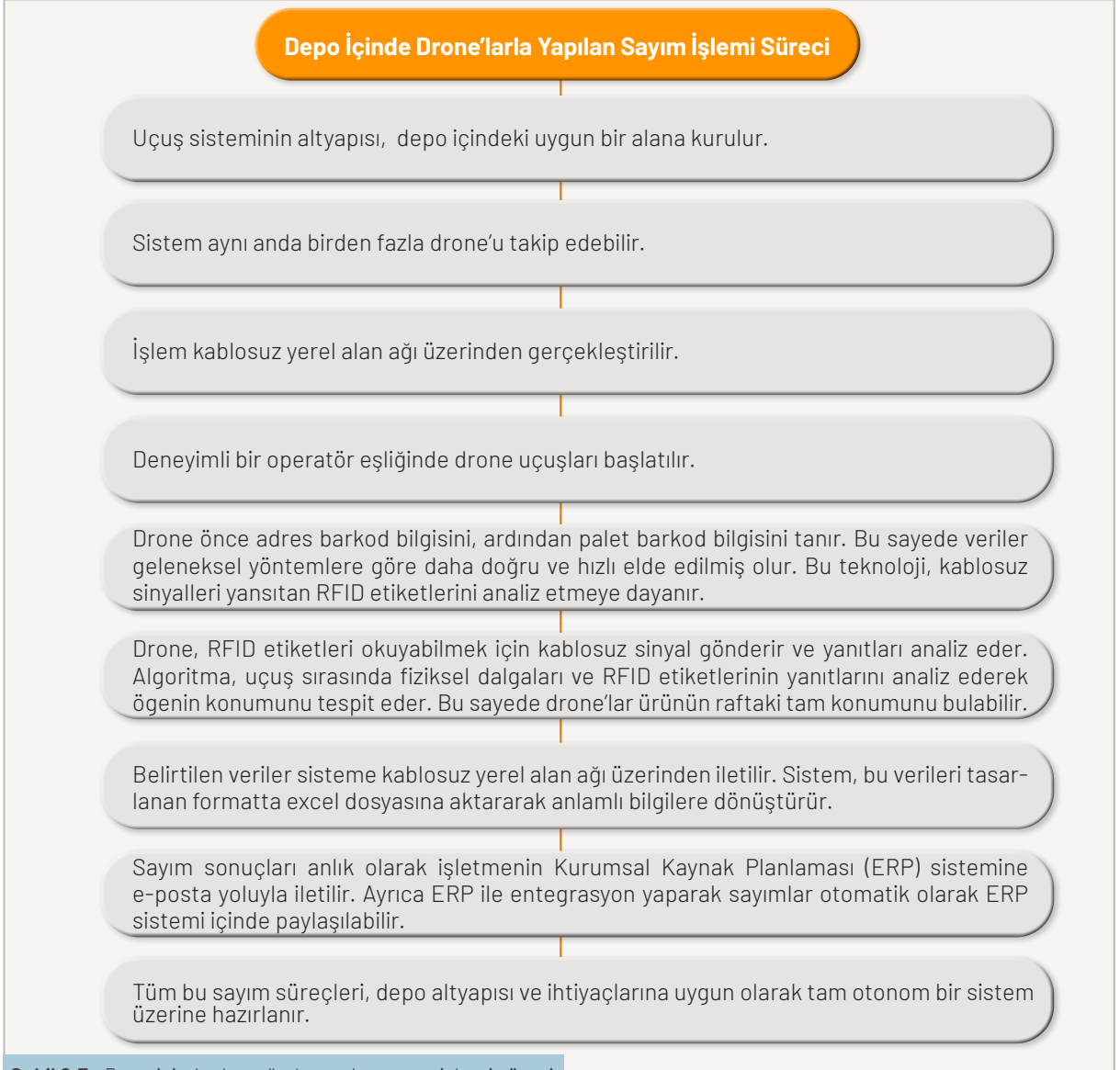
2.2.7. Depolama ve Sınıflandırma

Depolama işlemine tabi tutulan gönderilerin depo içinde elleçleme ve belirli ölçütlere göre sınıflandırma işlemidir. Depolama işlemlerinde, iç mekânda uçabilen endüstriyel drone'lar kullanılmaktadır. Bu drone'lar, üzerlerinde sensörler ve kameralar barındırır. Depolama içindeki elleçleme işlemleri (sayım, depo içinde aktarma, raflara ürün yerleştirme, raflardan ürün toplama vb.), bu drone'ların üzerine yerleştirilen endüstriyel kameralar sayesinde gerçekleştirilir (Görsel 2.29). Bu kameralar, görüntüleri video tanıma yöntemi ile tespit edebilir ve makine öğrenimiyle [machine learning (mışın lırnıng)] hangi nesnenin takip edilmesi, tespit edilmesi ve sayılarının anamlandırılması gerektiğini öğrenebilir.



Görsel 2.29: Depo içinde raflardan ürün toplama işlemi yapan drone'lar

Drone'lar, yazılım aracılığıyla manuel olarak kontrol edilebilir veya yazılım tarafından gelen komutlarla entegre sensör verileri ile hareket eder. Depo içinde kullanılan drone'lar, GPS navigasyonunun sıkıntılı olduğu kapalı alanlarda uçabilmek için bir dizi sensöre sahiptir. Özel dronlar, engellerden kaçınmak için kullanılan radar sensörlerinin yanı sıra artırılmış gerçeklik (AR), LİDAR teknolojisi ve paralaks algoritmaları aracılığıyla uzayın derinliğini algılayabilen stereo kameralardan (cisimlerin uzaklığını belirlemede kullanılan kameralar) yararlanır. Bu donanımların birlikte çalışması sayesinde drone'lar oldukça otonom bir şekilde çalışabilir ve ürünleri çok hassas bir şekilde tarayabilir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7: Depo içinde drone'larla yapılan sayım işlemi süreci



BİLGİ KUTUSU

LİDAR, ışın algılama ve mesafe ölçme teknolojisidir. Light Detection and Ranging (layt ditekşın end reyning) ifadesinin kısaltmasıdır. Özellikle drone'larla LİDAR teknolojisinin birleştirilmesi, istenen bir bölgenin yüksek çözünürlüklü 3D modellemesini üretme imkânı sunar. Bu sayede hızla nokta bulutu verileri oluşturularak belirli bir alanın yüzeyinde bulunan objeler hakkında bilgi toplanabilir.

Depo içinde kullanılan otonom drone'larda haritalama yazılımı kullanılır. Ancak bu yazılım, sadece rota talimatlarını verir. Görüntü tanıma teknolojisi, otonom drone'lar tarafından içsel olarak desteklenirken görsel sensörler ve işaretleyiciler dışarıdan elde edilir. Otonom drone'lar genellikle iki kamera içerir. Biri en yakındaki işareti algılar, diğeri ise daha uzakta olan bir işareti tespit eder. Otonom drone'lar sensörleri sayesinde robot merkezi ile işaret merkezi arasındaki mesafe ve açıyı hesaplar. Bu nedenle sensörler; rotayı doğru bir şekilde takip etmek, çarpışmaları önlemek ve karşılaşabileceği insanlar ile engelleri algılamak için kullanılır.

Depoda ürünlerin adresleme işlemleri yapılırken ürün nitelikleri (cins, ağırlık, ebat, hacim vb.), drone türü, varış yeri, sevkiyat zamanı gibi ölçütlere göre sınıflandırma yapılır. Ürünler, yapılan sınıflandırmaya göre depo içindeki uygun yerlerde istiflenir. Sevkiyat zamanı gelince de sevkiyat planına uygun şekilde ürün toplama işlemi yapılır. Son olarak ürünler, uygun drone'a yüklenir ve sevkiyat gerçekleştirilir.



2. ETKİNLİK

Süre: 20 dk. 

Drone Taşımacılığında Ürün Kabul İşlemleri

Drone taşımacılığında ürün kabul işlemleri genel olarak belgelendirme, kapsam kontrolü, paketlenme, ücretlendirme, kaydetme, etiketleme, depolama ve sınıflandırma süreçlerinden oluşur. Aşağıda verilen iş ve işlemlerin hangi süreçte yer aldığını belirtiniz.

| İş ve İşlemler | Belgelendirme | Kapsam Kontrolü | Paketleme | Ücretlendirme | Kaydetme | Etiketleme | Depolama ve Sınıflandırma |
|---|---------------|-----------------|-----------|---------------|----------|------------|---------------------------|
| Sürelili teslimat bedelinin hesaplanması | | | | | | | |
| Barkot etiketinin yazdırılması | | | | | | | |
| Adresleme işleminin yapılması | | | | | | | |
| Gönderiye "Kırılabilir" etiketinin yapıştırılması | | | | | | | |
| Verilerin elektronik ortama aktarılması | | | | | | | |
| Gönderiye paraşüt takılması | | | | | | | |
| Gönderi takip numarasının atanması | | | | | | | |
| Siparişlerin raflardan toplanması | | | | | | | |
| Taşıma bedelinin hesaplanması | | | | | | | |
| Gönderi ambalajının köpükle kaplanması | | | | | | | |
| Ürün cinsinin belirlenmesi | | | | | | | |
| Taşıyıcı Mali Mesuliyet Sigortası yapılması | | | | | | | |
| Gönderinin ambalajlanması | | | | | | | |
| Ürünlerin sayılması | | | | | | | |
| Gönderi kabul formunun düzenlenmesi | | | | | | | |
| Gönderinin tartılması ve ölçülmesi | | | | | | | |
| Gönderici talimatının alınması | | | | | | | |

ÖRNEK OLAY: Drone Taşımacılığında Hava Engeli

Problem: Bir e-ticaret şirketi, hızlı teslimat için drone taşımacılığını kullanmaya karar vermiştir. Ancak teslimat rotası üzerinde beklenmedik bir şekilde hava engeli oluşmuştur. Bu durum, drone'un hedef teslimat noktasına güvenli bir şekilde ulaşmasını engellemektedir. Ekip, hava engelini aşip teslimatı başarıyla gerçekleştirmenin bir yolunu bulmalıdır.

Çözüm Yöntemi: Kullanıcı Merkezli Tasarım

1. Anlama

- Ekip, hava engelinin nedenini ve etkilerini anlamak için kullanıcılarla (teslimat personeli, müşteriler vb.) görüşmeler yapar.
- Hangi hava koşullarının drone teslimatını etkilediği ve ne tür engellere neden olduğu belirlenir.

2. Tanımlama

- Ekip, belirlenen hava engellerini ve bunların teslimat operasyonlarına olan etkisini tanımlar.
- Teslimat süreçlerindeki belirli noktalarda hava engellerinin nasıl engellendiğine veya teslimat rotasının nasıl değiştirilebileceğine odaklanılır.

3. Fikir Geliştirme

- Ekip, hava engellerini aşmak için farklı çözümler üretir.
- Yedek teslimat rotaları belirlenir veya drone'un otomatik olarak, hava engellerini algılayıp bu engelleri atlattığını sağlayacak teknolojiler üzerine düşünülür.

4. Prototip Oluşturma

- En iyi çözüm yollarından biri seçilir ve bir prototip oluşturulur. Örneğin drone'lara hava engellerini algılayabilen sensörler eklemek, alternatif teslimat rotaları için bir yazılım geliştirmek gibi çözümler prototip olarak değerlendirilir.

5. Test Etme

- Prototip, gerçek dünya koşullarında test edilir.
- Prototipin etkinliği, drone taşımacılığı operasyonları üzerindeki etkisi değerlendirilir ve gerekirse iyileştirmeler yapılır.

Sonuç: Kullanıcı merkezli tasarım yöntemi kullanılarak geliştirilen çözüm, hava engellerini aşarak drone taşımacılığının kesintisiz devam etmesini sağlar. Bu süreç, e-ticaret şirketlerinin hızlı ve güvenilir teslimatını sürdürmesine yardımcı olurken müşteri memnuniyetini artırır.

2.3. YÜKLEME VE SEVKİYAT İŞLEMLERİ

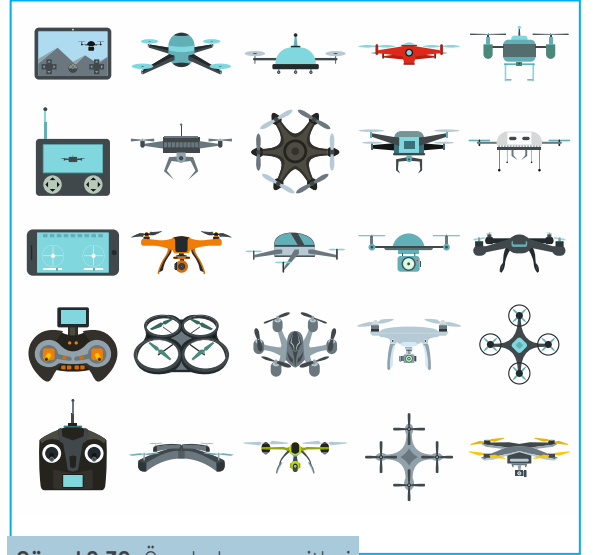
Drone taşımacılığı, özellikle küçük yüklerin hızlı ve etkili bir şekilde taşınması veya belirli bölgelere hızlı teslimat yapılması için gittikçe popüler hâle gelen bir yöntemdir. Bu taşımacılık yönteminde yükleme ve sevkiyat süreçleri genel olarak şu temel adımları içermektedir:

a) Yük Hazırlığı

- Yükün boyutları ve ağırlığı, kullanılan drone'un taşıma kapasitesiyle uyumlu olmalıdır. Bu nedenle drone üreticisi tarafından belirtilen taşıma kapasitesine dikkat edilmelidir.
- Hassas veya kırılabilir yükler, özel ambalaj malzemeleriyle korunmalıdır. Bu amaçla titreşim emici malzemelerin kullanılması önerilir.
- Taşıma sırasında olumsuz hava koşullarına karşı yükü koruyabilmek için uygun ambalajlama yöntemleri kullanılmalıdır.

b) Drone Seçimi

- Taşınacak yükün özelliklerine uygun bir drone seçilmelidir (Görsel 2.30). Özellikle ağır yükler için daha güçlü ve stabil uçuş özelliklerine sahip drone'lar tercih edilmelidir.
- Uzun mesafeli sevkiyatlar için uzun uçuş süresine sahip bir drone kullanılmalıdır.
- Gelişmiş navigasyon ve güvenlik özelliklerine sahip bir drone tercih edilmelidir.



Görsel 2.30: Örnek drone çeşitleri

c) Uçuş Planlaması

- Uçuş rotası, taşınacak yükün varış noktasını ve güzergâhını içermelidir (Görsel 2.31.a ve Görsel 2.31.b)



Görsel 2.31: Uçuş rotası ve güzergâhı

- Uçuş sırasında drone'un uyması gereken yükseklik ve hız sınırlamaları önceden belirlenmelidir.
- Uçuş güvenliği için hava durumu, rüzgâr hızı, yağış gibi faktörler dikkate alınarak güvenli bir uçuş zamanı belirlenmelidir.

ç) Yükün Drone'a Yüklmesi

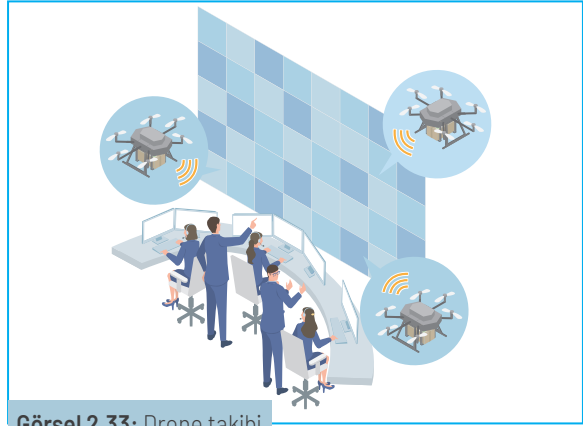
- Yük, drone'un tasarımına uygun bir biçimde monte edilmelidir. Bu montajın, drone'un denge ve stabilitesini olumsuz etkilememesi için özen gösterilmelidir (Görsel 2.32).
- Yük, drone'nun altına veya gövdesine güvenli bir şekilde sabitlenmelidir.



Görsel 2.32: Yükün drone'a güvenli şekilde yüklenmesi

d) Uçuş ve Sevkiyat

- Drone uçuşu sırasında yükün güvenli ve istikrarlı bir şekilde taşınmasını sağlamak için drone, sürekli izlenmelidir. Güvenlik, drone'un uçuşunda kritik bir etkidir. Engelleri tespit etme ve kaçınma sistemleri, drone'un sevkiyatını güvenli bir şekilde gerçekleştirmek için kullanılır (Görsel 2.33).
- Drone'un pil ömrü, sevkiyat süresince yeterli olacak şekilde hesaplanmalıdır.
- Drone, otomatik pilot veya uzaktan kumanda gibi kontrol yöntemleri kullanılarak güvenli bir şekilde uçurulmalıdır.



Görsel 2.33: Drone takibi

e) Varış Noktasına İniş ve Yükün Teslimi

- Drone, varış noktasına güvenli bir şekilde iniş yapabilmesi için düz ve açık bir alana yönlendirilmelidir (Görsel 2.34).
- Yük, drone'dan güvenli bir şekilde indirilerek alıcıya teslim edilmelidir.
- Yük başarılı bir şekilde teslim edildiğinde ya da hedef noktaya ulaşıldığında alıcı veya ilgili kişilere bir bildirim veya onay mesajı gönderilmelidir.



Görsel 2.34: Örnek drone iniş platformu ve geleceği iniş platformu

f) Uçuş Sonrası Bakım

- Uçuş sonrası drone'un bakımı yapılmalıdır. Pil durumu, pervaneler, sensörler gibi temel bileşenler incelenmelidir (Görsel 2.35).
- Drone, uzun ömürlü olması ve güvenilir uçuşlar yapması için temizlenmeli ve gerektiğinde bakıma alınmalıdır.

g) Yasal Düzenlemeler ve İzinler

- Drone taşımacılığı çoğu ülkede yasal düzenlemelere tabidir. Ticari drone kullanımı için gerekli izinlerin alınması gerekmektedir. Uçuş yasağı olan bölgelerden kaçınılmalıdır. Türkiye'de bu izinler ve lisanslar, SHGM tarafından verilmektedir.



Görsel 2.35: Drone bakımı

- Drone taşımacılığı işlemleri; drone tipine, taşınacak yükün niteliğine ve kullanılacak teknolojiye bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Özellikle otonom uçuş teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte daha fazla işlem otomasyonlaştırılabilmekte ve bu sayede güvenli ve etkili taşıma sağlanmaktadır.

2.3.1. Toplanan Ürünlerin Konsolidasyonu

Konsolidasyon, farklı unsurların bir araya gelerek daha büyük bir yapı oluşturulması anlamına gelir. Bu terim, çeşitli bağımsız öğelerin birleşmesiyle genişletilmiş bir bütün oluşturduğu durumları ifade eder. Farklı bağlamlarda farklı parçaların bir araya gelerek tek bir yapı oluşturulması anlamında da kullanılabilir. Ürünlerin konsolidasyonu, genellikle lojistik veya depolama süreçlerinde kullanılan bir terimdir. Bu süreç, farklı kaynaklardan veya tedarikçilerden gelen ürünleri bir araya getirerek tek bir sevkiyat veya depolama birimi hâline getirmeyi ifade eder. Konsolidasyonun temel amacı; lojistik maliyetleri düşürmek, depolama alanını daha etkili bir şekilde kullanmak, sevkiyat zamanlamasını uygun hâle getirmek ve genel iş süreçlerini iyileştirmektir.

Uluslararası nakliyat veya tedarik zinciri yönetimi gibi durumlarda farklı tedarikçilerden gelen ürünleri ayrı ayrı sevkiyat yapmak yerine konsolide ederek aynı sevkiyatta bir araya getirme yöntemi, nakliyat maliyetlerini düşürebilir. Bu yaklaşım, daha büyük bir yükleme hacmi oluşturarak boş alanı minimize eder ve taşıma kapasitesini daha verimli bir şekilde kullanma olanağı sağlar (Görsel 2.36).



Konsolidasyon, depolama süreçlerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, depolama alanını daha etkili bir şekilde kullanmayı ve ürünleri daha kolay bulunabilir hâle getirmeyi amaçlar. Benzer ürünleri veya siparişleri bir araya getirerek depolama alanını uygun duruma getirmek, depo verimliliğini artırmak için etkili bir stratejidir.

Toplanan ürünlerin konsolidasyonu, iş süreçlerinin verimliliğini artırmayı, maliyetleri düşürmeyi ve kaynakları daha etkili şekilde kullanmayı hedefleyen stratejik bir yaklaşımdır. Bu yöntem hem lojistik hem de depolama alanlarında daha etkili operasyonlar sağlayarak işletmelere çeşitli avantajlar sunar.

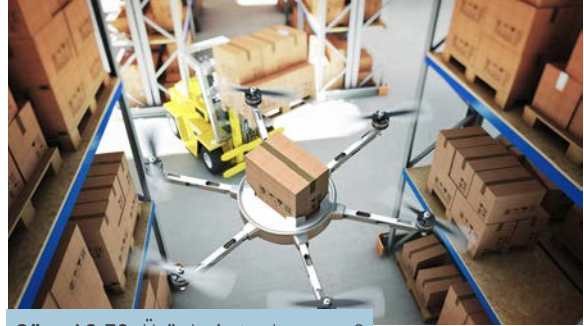
2.3.1.1. Drone Taşımacılığında Toplanan Ürünlerin Konsolidasyonu

Taşıma maliyetlerini düşürmek, taşıma kapasitesini daha iyi kullanmak ve operasyonel verimliliği artırmak amacıyla gerçekleştirilir. Drone taşımacılığında toplanan ürünlerin konsolidasyonu için temel adımlar şunlardır:

- a) **Ürünlerin Toplanması:** İlk aşamada farklı bölgelerden veya noktalardan toplanacak ürünler belirlenir ve bu ürünlerin drone'larla toplanması işlemi gerçekleştirilir. Toplanan ürünler, farklı türlerde veya aynı türde olabilir (Görsel 2.37 ve Görsel 2.38).



Görsel 2.37: Ürünlerin toplanması 1



Görsel 2.38: Ürünlerin toplanması 2

- b) **Depolama veya Toplama Merkezi:** Toplanan ürünler, bir depolama veya toplama merkezine getirilir. Bu merkez, toplanan ürünleri geçici olarak saklama ve konsolidasyon işlemlerini gerçekleştirme amacıyla kullanılır (Görsel 2.39).

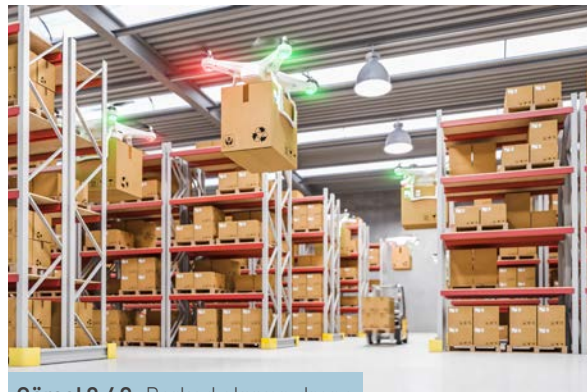


Görsel 2.39: Depolama

- c) **Ürün Sınıflandırması ve Kategorizasyonu:**

Toplanan ürünler; türlerine, boyutlarına veya hedef noktalara göre sınıflandırılır ve kategorize edilir. Bu adım, ürünlerin daha sonra nasıl taşınacağına ve düzenleneceğine karar vermek için önemlidir (Görsel 2.40).

- ç) **Konsolidasyon Planlaması:** Konsolidasyon işlemi için bir plan oluşturulur. Bu plan; hangi ürünlerin bir araya getirileceğini, hangi ürünlerin hangi drone'larla taşınacağını ve taşıma rotalarını içermektedir. Taşıma işleminin verimli ve düzenli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan aşamadır.



Görsel 2.40: Barkod okuyan drone

- d) **Ürünlerin Birleştirilmesi:** Konsolidasyon merkezinde aynı hedefe taşınacak veya benzer özelliklere sahip ürünler bir araya getirilir. Ürünlerin paketlenmesi veya yerleştirilmesi işlemleri gerçekleştirilir (Görsel 2.41). Bu adım, taşıma sırasında ürünlerin güvenliği ve düzeni için önemlidir.



Görsel 2.41: Ürünlerin birleştirilmesi

- e) **Paketleme ve Hazırlık:** Ürünlerin konsolide edildikten sonra, güvenli ve hasarsız bir şekilde taşınabilmeleri için uygun bir şekilde paketlenmeleri ve hazırlanmaları gerekmektedir (Görsel 2.42). Bu adım, ürünlerin taşıma süreci boyunca korunmasını sağlamak ve müşteri memnuniyetini artırmak amacıyla oldukça önemlidir.



Görsel 2.42: Paketleme ve hazırlık

- f) **Son Kontrol ve İzleme:** Ürünlerin konsolidasyon işlemi tamamlandıktan sonra son bir kontrol yapılır ve ürünlerin doğru bir şekilde paketlenmiş olduğundan, etiketlendiğinden ve hazır olduğundan emin olunur. Ayrıca ürünlerin izlenebilirliği ve takibi sağlanarak herhangi bir aksaklık veya sorunun hızlı bir şekilde tespit edilmesi sağlanır (Görsel 2.43).



Görsel 2.43: Son kontrol ve izleme

- g) **Taşıma ve Dağıtım:** Konsolide edilmiş ürünler, drone'lar ile belirlenen hedef noktalara taşınır ve dağıtılır. Bu aşamada önceden planlanmış uçuş rotalarına uyulur (Görsel 2.44).



Görsel 2.44: Taşıma ve dağıtım

Drone taşımacılığında toplanan ürünlerin konsolidasyonu, taşıma işlemini daha verimli hâle getirerek maliyetleri düşürmeyi ve operasyonları uygun duruma getirmeyi amaçlar. Bu süreç, ürünlerin güvenli ve etkili bir şekilde taşınmasını sağlamak için önemlidir.



3. ETKİNLİK

Süre: 60 dk.

Drone Taşımacılığında Yenilikçi Çözümler

Amaç: Drone taşımacılığı sürecinde karşılaşılabilecek zorluklar ve fırsatlar üzerine katılımcıların düşüncelerini, fikir üretmelerini ve konuyla ilgili yenilikçi çözümler geliştirmelerini sağlamak.

1. Yönerge

- Sınıfta, drone taşımacılığı sürecinde karşılaşılabilecek her türlü zorluk ve fırsatı tartışmak için altı farklı gruba ayrılınz.
- Drone taşımacılığı süreciyle ilgili aşağıda bulunan konulardan birini seçiniz (her grup için bir konu).
 - Hava koşulları ve doğal engeller
 - Teslimat güvenliği ve güvenilirlik
 - Şarj ve batarya yönetimi
 - Şehir içi ve kırsal teslimat farklılıkları
 - Yasal düzenlemeler ve izinler
 - Müşteri kabulü ve geri bildirim yönetimi
- Seçtiğiniz konuyla ilgili karşılaşılan zorluklar için yenilikçi çözüm önerileri geliştiriniz.
- Beyin fırtınası yöntemi ile hiçbir fikri eleştirmeden birden çok çözüm önerisi üretiniz.

2. Çözümlerin Sunulması ve Tartışma

- Geliştirdiğiniz çözüm önerilerini sunum şeklinde diğer gruplarla paylaşınız.
- Sunumlar sırasında önerilen çözümler hakkında sorular sorunuz ve çözümlerle ilgili fikir alışverişinde bulununuz.

3. Fikirlerin Değerlendirilmesi ve Oylama

- Sunulan çözüm önerilerini değerlendiriniz ve en etkili çözümlere oy veriniz.
- En popüler ve uygulanabilir çözümleri belirleyiniz.

4. Sonuç

- En iyi çözüm önerilerini ön plana çıkarınız.
- Etkinlikten elde edilen öğretileri vurgulayınız.

2.3.2. Drone Taşımacılığında Yükleme İşlemleri

Drone'a eşyaların yükleme işlemleri sırasında güvenlik ve operasyonel verimlilik açısından dikkat edilmesi gereken unsurlar şunlardır:

- a) **Ağırlık ve Taşıma Kapasitesi:** Drone'un taşıma kapasitesi, yükün ağırlığına uygun olarak seçilmelidir. Belirtilen taşıma kapasitesini aşmak, drone'un uçuş performansını olumsuz etkileyebilir ve güvenliği riske atabilir. Bu nedenle drone'un üretici tarafından belirtilen maksimum taşıma kapasitesi dikkate alınmalıdır.
- b) **Denge ve Yük Dağılımı:** Yükün drone'un merkezine denk ve dengeli bir şekilde yerleştirilmesi büyük önem taşır. Dengesiz bir yük dağılımı, drone'un istikrarını ve uçuş kontrolünü olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle yükün doğru ve dengeli bir şekilde yerleştirilmesi gerekir.
- c) **Yükleme Platformu:** Drone'un üzerine yerleştirilen yükleme platformu, yükün güvenli bir şekilde sabitlenmesini sağlamalıdır. Sallanma veya düşme riskini minimize etmek için sağlam bir taşıma çerçevesi veya platform kullanılmalıdır.
- ç) **Yükleme İstasyonu:** Drone'un iniş ve kalkış işlemlerinde kullanılan istasyon, yükün kolay ve sorunsuz bir şekilde takılmasını ve çıkarılmasını sağlayacak biçimde tasarlanmalıdır.
- d) **Yükün Boyutu ve Şekli:** Yükün boyutu ve şekli, drone'un aerodinamik performansını etkileyebilir. Büyük ve geniş yükler, drone'un rüzgâra karşı uçuşunu zorlaştırabilir.
- e) **Yükün Sabitlemesi:** Yükün drone'un üzerine sıkıca ve güvenli bir şekilde sabitlenmesi gerekir. Yükün uçuş sırasında sallanmasını ve düşmesini önlemek için iyi bir sabitleme yöntemi kullanılmalıdır.
- f) **Yükün Çevresel Koşullara Dayanıklılığı:** Taşıma sırasında eşyalar; rüzgâr, yağmur gibi olumsuz hava koşullarına karşı dayanıklı olmalıdır. Yükün güvenliği ve bütünlüğü korunmalıdır.
- g) **Güvenlik ve Risk Değerlendirmesi:** Drone'a yük yüklerken çevrede bulunan insanların ve eşyaların güvenliği sağlanmalıdır. Bu amaçla risk değerlendirmesi yapılmalı ve gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır.
- ğ) **İniş ve Kalkış Yeri Seçimi:** Drone'un yükünü güvenli bir şekilde indirebilmesi ve yükleme yapabilmesi için uygun bir iniş ve kalkış alanı seçilmelidir.
- h) **Uçuş Planlaması:** Yükün taşınacağı rotalar, hava trafik düzenlemeleri ve mevzuata uygun olmalıdır. Drone'un yükleme işlemi sırasında ve sonrasında uçuş güvenliği sağlanmalıdır.
- ı) **Pil Ömrü ve Uçuş Süresi:** Drone'un pil ömrü ve uçuş süresi, yükleme işlemi sırasında ve sonrasında yeterli zamanı sağlamak için göz önünde bulundurulmalıdır.
- i) **İnsan Müdahalesi:** Yükleme işlemi sırasında gerekirse insan müdahalesi gerekebilir. Operatör, yükün doğru bir şekilde yerleştirildiğinden ve güvende olduğundan emin olmalıdır.
- j) **Yerel Düzenlemeler ve Mevzuat:** Drone taşımacılığı sırasında yerel hava trafik düzenlemeleri ve mevzuatı göz önünde bulundurulmalıdır. Yasal izinlerin alınması ve hava sahası kısıtlamalarına uyulması önemlidir.
- k) **Acil Durum Senaryoları:** Yükleme işlemi sırasında veya uçuş sırasında oluşabilecek acil durum senaryoları göz önünde bulundurulmalıdır. Yükün düşme riskine karşı önlemler alınmalı ve acil durumda nasıl müdahale edileceği planlanmalıdır.

Drone'lar ile eşya taşıma işlemleri yapılırken, bu unsurlara dikkat edilerek güvenli ve etkin bir operasyon gerçekleştirilebilir. Ayrıca yerel hava trafik düzenlemeleri ve mevzuatı da göz önünde bulundurmak çok önemlidir.

2.3.3. Drone Taşımacılığında Yük ve Ağırlık Hesaplaması

Drone'un taşıma kapasitesini aşmaması, güvenli uçuş için önemlidir. Yükün hacim ve ağırlığının hesaplanması için izlenmesi gereken adımlar şunlardır:

- Drone'un Taşıma Kapasitesini Belirleme:** Drone'un üretici tarafından belirtilen maksimum taşıma kapasitesi belirlenmelidir. Bu kapasite, genellikle drone'un kullanım kılavuzunda veya teknik özelliklerinde yer alır.
- Yükün Ağırlığını Belirleme:** Yükün ağırlığı tartılarak elde edilir. Bu ağırlık, drone'un taşıma kapasitesi ile uyumlu olmalıdır.
- Yükün Hacmini Belirleme:** Yükün hacmi, taşıdığı alanın büyüklüğünü ifade eder.
- Drone'un Öz Ağırlığını Dikkate Alma:** Drone'un kendisi de bir ağırlık oluşturduğu için drone'un öz ağırlığı ve taşıdığı yükün toplamı, maksimum taşıma kapasitesini aşmamalıdır.
- Dengeli Yük Dağılımı:** Yük, drone'un merkezine yakın ve dengeli bir şekilde yerleştirilmelidir. Dengesiz bir yük dağılımı, drone'un istikrarını ve uçuş güvenliğini olumsuz etkileyebilir.
- Hacim Hesaplaması (Opsiyonel):** Eğer yük hacimli bir malzeme ise yükün boyutları ölçülür veya hacim hesaplama yöntemi kullanılır. Bu da yükün aerodinamik etkisinin dikkate alınmasını sağlar.
- Güvenlik Marjı Bırakma:** Drone'un taşıma kapasitesini tam olarak kullanmamak, güvenlik açısından kritik öneme sahiptir. Çünkü hava koşulları, batarya ömrü, uçuş stabilitesi gibi faktörler yük taşıma yeteneğini etkileyebilir. Genellikle %10 veya %20 güvenlik marjı bırakmak, iyi bir uygulama olarak kabul edilir. Güvenlik marjının ne kadar bırakılacağı şu formül ile hesaplanır:

Gerçek Yük Ağırlığı ≤ Drone'un Maksimum Taşıma Kapasitesi × Güvenlik Marjı

Örneğin bir drone'un maksimum taşıma kapasitesi 4 kg olduğunda %15 güvenlik marjı bırakılmak istenirse en fazla $4 \text{ kg} \times 0,85 = 3,4 \text{ kg}$ ağırlığında yük taşınabilir.

- Drone'un Uçuş Performansını Değerlendirme:** Hesaplamalar sonucunda elde edilen toplam yük ağırlığı ve hacmi, drone'un uçuş performansını etkilememelidir. Drone'un stabil uçuş yapabilmesi için gereken enerjiyi sağlayacak kadar pil ömrü ve güç bırakılmalıdır.

1. ÖRNEK

Drone'un maksimum taşıma kapasitesi 2 kg (2.000 g) ve drone'un öz ağırlığı 400 g'dır. Yükün ağırlığı 800 g'dır. Buna göre drone'un maksimum taşıma kapasitesi kaç g olur (Yükün hacmi ise küçük olduğu için dikkate alınmayacaktır.)?

ÇÖZÜM

Toplam yük ağırlığı = 800 g (yük ağırlığı) + 400 g (drone'un öz ağırlığı) = 1200 g'dır. Bu durumda toplam yük ağırlığı 2 kg'lık taşıma kapasitesini aşmadığı için yük, drone'a yüklenebilir. Eğer buna %10'luk güvenlik marjı verilmek istenirse maksimum taşıma kapasitesi $1.800 \text{ g} (2.000 \times 0,90 = 1.800 \text{ g})$ olur.

Hesaplama sırasında güvenlik ve dengeli yük dağılımının sağlanması unutulmamalıdır. Ayrıca drone'un uçuş süresi ve enerji gereksinimleri de göz önünde bulundurularak hesaplama yapılmalıdır. Bu hesaplamalar sadece genel bir rehberlik sağlar. Uçuş yapılmadan önce drone'un üretici belgeleri ve teknik dokümanları dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Bu belgeler, drone'un taşıma kapasitesi ve sınırlamaları hakkında kesin bilgi sağlar.



5. SIRA SİZDE

Maksimum taşıma kapasitesi 2 kg olan drone'a 500 g ağırlığındaki kamera ekipmanı takılmak istenmektedir. Drone'un boş ağırlığı 1.215 g'dır. %10 güvenlik marjı bırakılmak istendiğinde bu drone maksimum taşıma kapasitesini aşar mı? Verilen ağırlıkları göz önünde bulundurarak sınıf ortamında cevaplayınız (Drone hacmi dikkate alınmayacaktır.).

2.3.3.1. Drone'a Yüklenecek Gereken Yük Ağırlığını Hesaplama

Drone taşımacılığında drone'un taşıma kapasitesi büyük bir önem taşır. Bir drone'un taşıyabileceği ağırlık, farklı sınıflandırmalara (oyuncak, mini, hobi, profesyonel drone vb.) göre değişir. Drone'un taşıma kapasitesini etkileyen faktörler arasında drone'un kendi ağırlığı, batarya ağırlığı, motor gücü, pervane sayısı ve boyutu bulunur. Pervaneler kaldırma kuvveti üretebilir ancak aşırı büyük pervaneler drone'un ağırlığını artırabilir. Aynı şekilde güçlü bir drone motoru, drone'un tam yükte uçuşmasını sağlayabilirken aşırı ağırlık nedeniyle stabilite sorunlarına yol açabilir.

Bir drone'un önerilen ağırlık sınırının aşılması durumunda gerçekleşebilecek senaryolar şunlardır:

- Zorlu veya başarısız bir başlama
- Uçuş kontrolünde azalma
- Erken yere iniş
- Aşırı ısınma

Bir drone'un yükünü azaltma yolları şunlardır:

- Sadece ihtiyaç duyulan aksesuarların takılması
- Çerçevesinin daha hafif bir malzeme ile değiştirilmesi
- Çerçevesin küçültülmesi
- Motorunun daha hafif bir malzeme ile değiştirilmesi
- Motor korumalarının çıkartılması
- Hafif aksesuarların takılması

Drone Ağırlık Hesaplaması

Drone tasarlanırken, ilk olarak ağırlığı göz önünde bulundurulur. Drone'un toplam ağırlığı üç kategoriye ayrılır:

- Drone Ağırlığı:** Çerçeve, motorlar, pervaneler, iniş takımları gibi bileşenlerin toplam ağırlığını kapsar.
- Pil Ağırlığı:** Genellikle LiPo (Lityum Polimer) veya Li-ion (Lityum İyon) türündedir. Yüksek kapasiteli piller genellikle daha ağırdır, bu da drone'un toplam ağırlığını artırır.
- Ekipman Ağırlığı:** Kameralar, ışıklar ve diğer ek ekipmanlar gibi her türlü ilave donanımın ağırlığını içerir.

Drone'un ağırlık hesaplamasına örnek olarak ağırlığı 800 g olan bir drone'un pil ağırlığı 100 g, ekipman ağırlığı 200 g olduğu varsayıldığında toplam ağırlığı 1.100 g elde edilmiş olur.

2. ÖRNEK

Çerçeve: 500 g

Motorlar (4 adet): 200 g

ESC'ler: 60 g

Pervaneler: 20 g

Uçuş Kontrol Ünitesi: 40g

Kamera: 150 g

Gimbal: 100 g

Pil: 300 g

GPS Ünitesi: 30 g

Diğer: 50 g

Yukarıda verilen bileşenlere göre oluşturulacak drone'un toplam ağırlığı kaç g olur?

ÇÖZÜM

Kaldırılacak toplam ağırlık = $500 + (4 \times 200) + 60 + 20 + 40 + 150 + 100 + 300 + 30 + 50 = 2.050$ g



6. SIRA SİZDE

Drone'un Maksimum Taşıma Kapasitesi: 3 kg

Drone'un Boş Ağırlığı (Çerçeve, Motorlar, ESC'ler, Pervaneler, Uçuş Kontrol Ünitesi): 1,5 kg

Taşınacak Yük Ağırlığı: 600 g

Drone'un Pil Ağırlığı: 250 g

Güvenlik Marjı: %15

Verilen bilgilere göre drone'a maksimum taşıma kapasitesini aşmayacak şekilde kaç gram daha yük yüklenebilir?

Bir cismin veya aracın üretebileceği itkinin (kuvvet) ağırlığına oranına **itki-ağırlık oranı** denir. Özellikle drone, uçak gibi hava araçlarında itki-ağırlık oranı; aracın yükselme hızını, manevra yeteneğini ve genel uçuş performansını belirleyen önemli bir faktördür.

Güç-ağırlık oranına benzer şekilde itki-ağırlık oranı da drone'un birim kütlesi başına ne kadar itkinin bulunduğunu ölçer. Bu da drone uygulamasına bağlı olarak yapılması gereken bir tasarım kararıdır. Örneğin sadece drone ile nazikçe uçarak havadan fotoğraf veya video çekmek istenirse 2:1 itki-ağırlık oranı seçilmez. Drone motorları itki için gram veya ons cinsinden derecelendirilir. Bu da motorun kaldırabileceği maksimum ağırlığı gösterir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2: Tavsiye Edilen Örnek İtki-Ağırlık Oranları

| Uygulama Türü | İtki-Ağırlık Oranı |
|---|--------------------|
| Hava fotoğrafçılığı | 2:1 |
| Birinci şahıs görüntüleme videoları (FPV) | 4:1 |
| Drone yarışları | 5:1 |
| Akrobatik uçuşlar | 7:1 |

Drone İtme Formülü

- Drone uçurmak için gereken toplam itme kuvveti şu şekilde hesaplanır:

$$\text{İtme Kuvveti} = \text{İtki-Ağırlık Oranı} \times \text{Toplam Drone Ağırlığı}$$

- Her bir motor için gereken itiş gücü şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Motor Başına İtme} = \text{İtme Kuvveti} \div \text{Motor Sayısı}$$

3. ÖRNEK

Quadcopter drone'un toplam ağırlığı 1.600 g ve itki-ağırlık oranı fotoğrafçılıkta kullanılmak üzere 2:1 olarak seçilmiştir. Buna göre drone'un motor başına kaç g itme kapasitesine ihtiyacı vardır?

ÇÖZÜM

$$\text{İtme kuvveti} = (2 \div 1) \times 1.600 \text{ g} = 3.200 \text{ g}$$

$$\text{Motor başına itme} = 3.200 \div 4 = 800 \text{ g} \text{ (Quadcopter 4 motorlu olduğu için 4 ile çarpılır.)}$$

Böylece drone'un 800 g itme kapasiteli dört motora ihtiyaç duyduğu anlaşılır.

$$\text{İtme kuvveti} = (4 \div 1) \times 1.600 = 5.400 \text{ g}$$

$$\text{Motor başına itme} = 5.400 \div 4 = 1.600 \text{ g}$$

Böylece drone'un 1.600 g itme kapasiteli dört motora ihtiyaç duyduğu anlaşılır.

Motor başına itme gücü hesaplaması yapılırken şu hususlara dikkat edilir:

1. Drone gövdesinin, pilin ve ekipmanın ağırlığı girilir. Alternatif olarak drone'un toplam ağırlığı sağlanır.
2. Seçilen itki-ağırlık oranı girilir. Bu oran ile toplam ağırlık çarpılır.
3. Tahrik için kullanılan motor sayısı girilir. İkinci adımda yer alan toplam ağırlık ile itki-ağırlık oranı çarpıldıktan sonra sonuç motor sayısına bölünür.

4. ÖRNEK

1.000 g gövde ağırlığına sahip bir drone bulunmaktadır. Üzerine 300 g ağırlığında 4S LiPo bataryası ve 100 g FPV kamera eklenmiştir. FPV videosu çektiği düşünüldüğünde bu drone'un itki-ağırlık oranı için 3:1 yeterli olacaktır. Quadcopter kullanıldığı için dört motor bulunmaktadır. İtki-ağırlık oranıyla drone'un toplam ağırlığı çarpılarak, tam itme gücü 4.200 g olarak hesaplanır. Bu durumda her biri en az 1.050 g itme gücü üretebilen dört motora ihtiyaç duyulur.

Drone'un Uçuş Süresinin Hesaplaması

Klasik uçakların havada kalabilmesi için fosil yakıtlara ihtiyacı olduğu gibi drone'ların da havada kalabilmesi için bataryalara ihtiyacı vardır. Günümüzde fosil yakıtlarla kullanılan araçlar yerine elektrikle çalışan araçların üretimi yaygın hâle gelmiştir. Bunun nedeni yenilenebilir enerjinin çevre dostu olmasıdır. Drone'larda da bu çevreci eğilim benimsenmiş ve elektrik enerjisiyle doldurulan bataryalar kullanılmıştır (Görsel 2.45).

**Görsel 2.45:** Drone bataryaları

Drone Uçuş Süresi Formülü

Drone uçuş süresi formülü $Zaman = Kapasite \times Deşarj \div AAD$ şeklindedir.

Zaman: Saat cinsinden ifade edilen drone'un uçuş süresidir.

Kapasite: Pilin kapasitesi, miliamper saat (mAh) veya amper saat (Ah) cinsinden ifade edilir. Bu değer, LiPo pilin üzerinde yazılı olarak bulunabilir. Kapasite ne kadar yüksek olursa pilde o kadar fazla enerji depolanır.

Deşarj: Uçuş sırasında bataryanın izin verilen düzeyde boşalması gerekir. LiPo piller tamamen boşaldığında zarar görebileceği için pillerin genellikle %80 kapasiteye kadar kullanılması (başka bir deyişle şarj göstergesi %20 kalana kadar) yaygın bir uygulamadır.

AAD: Drone'un **amper** olarak hesaplanan ortalama amper çekişidir.

Formülü, $AAD = AUW \times P \div V$ şeklindedir.

- **AUW:** Drone'un toplam ağırlığıdır. Başka bir deyişle pil dâhil olmak üzere havaya çıkan ekipmanın toplam ağırlığıdır. Genellikle **kilogram** cinsinden ölçülür.
- **P:** Bir kilogram ekipmanı kaldırmak için gereken güç, kilogram başına **watt** olarak ifade edilir. Örneğin 170 W/kg gibi bir değer alınabilir.
- **V:** Volt cinsinden ifade edilen akü voltajıdır. Bu değer, pilin üzerinde yazılı olarak bulunur.

5. ÖRNEK

Bir drone ile gökyüzünde 30 dakikalık video çekilmek istenmektedir. Bu durumda 8,8 Ah akü bu iş için uygun mudur? Hesaplayınız (deşarj yüzdesi: %80, toplam drone ağırlığı: 2,5 kg, akü voltajı: 36V, P: 170 W/kg).

ÇÖZÜM

Ortalama amper çekişi formülü şu şekildedir:

$$AAD = AUW \times P \div V$$

$$AAD = 2,5 \times 170 \div 36 = 11,8 \text{ A olur.}$$

Uçuş süresi formülü şu şekildedir:

$$Zaman = Kapasite \times Deşarj \div AAD$$

$$Zaman = 8,8 \times 0,8 \div 11,8 = 0,6 \text{ saat} = 36 \text{ dk. olur.}$$

Böylece drone, havada 36 dakika asılı kalacak ve bu süre 30 dakikalık bir video çekmek için yeterli olacaktır. Bu örnekte hesaplanan uçuş süresinin gerçek uçuş süresinden farklılık gösterebileceği unutulmamalıdır. Drone'un uçuş sırasında manevralar gerçekleştirdiği ve motorların farklı hızlarda çalıştığı durumlar söz konusu olabilir. Bu durumda hesaplanan süreyle gerçek uçuş süresi arasında farklılıklar ortaya çıkabilir. Örneğin drone ile hava fotoğrafçılığı yapılırken hafif rüzgâr koşullarında uçtuğu düşünülürken gerçek uçuş süresi, hesaplanan sürenin yaklaşık %75'i kadar olabilir. Drone, şiddetli rüzgâr altında veya yoğun manevra yaparken uçuyorsa uçuş süresi yaklaşık %50'ye kadar düşebilir. Ayrıca FPV yarışları gibi hızlı ve yoğun manevraların yapıldığı durumlarda uçuş süresi, hesaplanan değer yalnızca %25-30'u kadar olabilir. Bu nedenle drone'un uçuş süresini gerçekçi senaryolara uygun olarak değerlendirmek ve farklı koşullar altında ne kadar uçabileceğini bilmek gerekir.



4. ETKİNLİK

Süre: 60 dk.

Drone Taşımacılığı Simülasyonu

Amaç: Öğrencilerin drone taşımacılığı sürecini deneyimleyerek kargo kabul işlemleri, sevkiyat ve teslimat işlemleri hakkında gösterip yaptırma tekniğini kullanarak pratik bilgi edinmelerini sağlamak.

1. Ön Hazırlık

- Etkinliğin amacına uygun hedefler belirleyiniz.
- Drone taşımacılığı süreci hakkında derste öğrendiğiniz bilgileri hatırlayınız.

2. Kargo Kabul İşlemleri Hazırlığı

- Kargo kabul merkezi veya depo ortamını temsil eden bir alan belirleyiniz.
- Kargo kabul işlemlerinin nasıl gerçekleştirildiğini ve kargoların drone'a nasıl yüklenmesi gerektiğini hatırlayınız.
- Örnek kargoları, teslimat etiketlerini ve güvenlik protokollerini belirleyiniz.

3. Kargo Kabul İşlemlerinin Yapılması

- Kargo kabul işlemini gerçekleştirmek için gruplarına ayrılınız.
- Grup çalışması şeklinde bir kargo kabul işlemi simülasyonu yapınız.
- Belirlenen prosedürleri takip ederek kargoyu hazırlayınız ve etiketleyiniz.

4. Sevkiyat ve Teslimat İşlemleri Hazırlığı

- Teslimat alanını temsil eden bir alan belirleyiniz.
- Drone taşımacılığında sevkiyat ve teslimat sürecinin nasıl gerçekleştirildiğini hatırlayınız.
- Teslimat rotaları, güzergâh planlaması ve teslimat noktalarını oluşturunuz.

5. Sevkiyat ve Teslimat İşlemlerinin Yapılması

- Grup çalışması şeklinde drone teslimatı simülasyonunu gerçekleştiriniz.
- Belirlenen teslimat noktasına kargoyu güvenli bir şekilde sevk etmeye çalışınız.
- Drone taşımacılığında kullanılan kargo teslim etme yöntemlerini uygulayarak teslimatı gerçekleştiriniz.

6. Değerlendirme ve Tartışma

- Kargo kabul işlemleri ve teslimat işlemleri sırasında karşılaştığınız zorlukları ve başarılı uygulamaları paylaşınız.
- Gruplar arasında fikir alışverişinde bulununuz ve deneyimlerinizi paylaşınız.
- Drone taşımacılığının gelecekteki potansiyeli ve gelişim alanları hakkında fikir alışverişinde bulununuz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde (.....) ile boş bırakılan alanlara cümlede verilen bilgi doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

1. (.....) Müşteriye teslimatta drone kullanılması çevreye salınan karbon emisyonlarının artmasına neden olur.
2. (.....) Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler, akıllı lojistik uygulamaların ortaya çıkmasını sağlamıştır.
3. (.....) Endüstri 4.0'ın ana hedeflerinden biri iş süreçlerinde operasyonel verimliliği artırmaktır.
4. (.....) Drone'ların diğer taşıma araçlarına göre bakım ve operasyon maliyetleri daha yüksektir.
5. (.....) Gönderiler etiketlenirken etiket yazıcısı ve yapışkanlı rulo etiket modelleri kullanılır.
6. (.....) E-ticaret firmaları siparişleri dağıtırken daha yüksek kapasiteli ve uzun menzilli drone'ları tercih eder.
7. (.....) Ürün kabulü, depolama ve dağıtım faaliyetlerinden önce ürünlerin göndericiden teslim alınması sürecini ifade eder.
8. (.....) Depo içinde kullanılan otonom drone'larda haritalandırma yazılımları kullanılır.
9. (.....) Drone taşımacılığında rekabete dayalı bir ücretlendirme stratejisi benimsenir.
10. (.....) Yükün boyutları ve ağırlığı, kullanılan drone'un taşıma kapasitesiyle uyumlu olmalıdır.
11. (.....) Drone'un pil ömrü, sevkiyat sürecinde göz ardı edilir.
12. (.....) Drone taşımacılığı sırasında yerel hava trafik düzenlemeleri ve mevzuatı göz önünde bulundurulmalıdır.

B) Aşağıdaki cümlelerde bulunan boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz.

13. Bir fabrika içinde çeşitli seviyelerde farklı bilişim teknolojisi sistemlerinin entegrasyonuna denir.
14. İçinde insan (pilot) bulunmadan uçabilen ve genellikle hafif malzemeden üretilen küçük hava araçlarına denir.
15. Canlı hayvanlar ve bozulabilir gıda malzemeleri kargodur.
16. Gönderi kabul işlemleri sırasında belge olarak kullanılır.
17. Drone ile depodan kapıya teslim yöntemine denir.
18. E-ticaret işletmelerinin kargo firmalarıyla anlaşarak drone'la sipariş dağıtımını bu firmalar aracılığı ile yürütmesine denir.
19. Genellikle farklı unsurların veya bileşenlerin bir araya getirilerek daha büyük ve bütünsel bir yapı oluşturulmasına denir.
20. Kameralar, ışıklar ve diğer ek ekipmanlar gibi her türlü ilave donanımlar ağırlığını oluşturur.
21. Çerçeve, motorlar, pervaneler, iniş takımları gibi bileşenler ağırlığını oluşturur.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

22. Aşağıda verilen işlerden hangisinde drone kullanılamaz?

- A) Film ve reklam çekimi
- B) Tarımda ilaçlama
- C) Düşman gözetleme
- D) Sel sonrası hasar tespiti
- E) Ağır ve hacimli yük taşımacılığı

23. Diğer nesnelere internet aracılığıyla iletişim kurulan, akıllı üretim dönemi olarak ifade edilen endüstri devrimi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Endüstri 1.0
- B) Endüstri 2.0
- C) Endüstri 3.0
- D) Endüstri 4.0
- E) Endüstri 5.0

24. Lojistik sektöründe otonom karar alabilen sistemlerle yönetilen; lojistik süreçlerin, tedarikçilerin ve müşterilerin birbirine dijital yollarla bağlandığı dönem aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Lojistik 1.0
- B) Lojistik 2.0
- C) Lojistik 3.0
- D) Lojistik 4.0
- E) Lojistik 5.0

25. Aşağıdakilerden hangisi drone ile yapılan hava kargo taşımacılığı faaliyetlerinden değildir?

- A) E-ticarette sipariş teslimatı
- B) Posta dağıtımı
- C) Yabancı ot tespiti
- D) Yiyecek içecek teslimatı
- E) İlaç ve sağlık malzemesi dağıtımı

- 26.**
- I. Akıllı sensörlerin ve otonom cihazların kullanımı ve stokların izlenebilirliği ile işletme maliyetlerinin düşürülmesidir.
 - II. Otonom araç ve robotlarla lojistik iş süreçlerinin hızlandırılmasıdır.
 - III. Teknolojinin kullanımı ile lojistik süreçlerin belirli ölçütlere göre yapılandırılmasıdır.
 - IV. Teknolojinin iş süreçlerine uyarlanmasıyla maliyetlerin (girdiler) azaltılması, ortaya çıkan faydanın (çıktılar) da artırılmasıdır.

Lojistik 4.0'ın faydalarıyla ilgili verilen ifadelerde aşağıdaki kavramlardan hangisinin tanımı yer almaz?

- A) Gelişim ve değişim
- B) Hız
- C) Verimlilik
- D) Düşük maliyet
- E) Standardizasyon

- 27.**
- I. Otonom sistemler
 - II. Su ve buhar gücü
 - III. Nesnelere interneti (IoT)
 - IV. Bilgi teknolojileri
 - V. Büyük veri

Yukarıda verilen uygulamalardan hangileri Endüstri 4.0 devriminde geliştirilmiştir?

- A) I, II ve IV
- B) I, III ve V
- C) II, III ve IV
- D) II, III ve V
- E) II, IV ve V

28. Aşağıdakilerden hangisi drone taşımacılığında ürün kabulü sırasında yapılan iş ve işlemlerden değildir?

- A) Kapsam kontrolü
- B) Dağıtım süreci
- C) Etiketleme
- D) Kaydetme
- E) Belgelendirme

29. I. Drone türü
II. Ürün nitelikleri
III. Varış yeri
IV. Ambalaj malzemesi
V. Sevkiyat zamanı

Drone taşımacılığında, depoda ürünlerin adresleme işlemleri yapılırken yukarıda belirtilen ölçütlerden hangileri dikkate alınır?

- A) I, II, III ve IV
B) I, II, IV ve V
C) I, III, IV ve V
D) I, II, III ve V
E) II, III, IV ve V

30. Aşağıdakilerden hangisi drone taşımacılığında taşıma ücretine etki eden unsurlardan değildir?

- A) Ek hizmetler
B) Sigorta
C) İletişim
D) Taşıma mesafesi
E) Ağırlık

31. Aşağıdakilerden hangisi bir drone'un yükünü azaltma yollarından biri değildir?

- A) Drone'un motoru daha hafif bir malzeme ile değiştirilebilir.
B) Drone'un çerçevesi büyütülebilir.
C) Motor korumaları çıkartılabilir.
D) Daha hafif aksesuarlar kullanılabilir.
E) Sadece ihtiyaç duyulan aksesuarlar takılabilir.

32. Aşağıdakilerden hangisi bir drone'un önerilen ağırlık sınırının aşılması durumunda gerçekleştirilecek senaryolardan biridir?

- A) Zorlu veya başarısız bir başlama
B) Uçuş kontrolünde artış
C) Normal zamanında yere iniş
D) Rotanın kısılması
E) Motorların dönüş hızının artması

33. Çerçeve: 600 g
Motorlar(4 adet): 300 g
ESC'ler: 70 g
Pervaneler: 30 g
Uçuş Kontrol Ünitesi: 40 g
Kamera: 200 g
Gimbal: 100 g
Pil: 300 g
GPS Ünitesi: 25 g
Diğer: 50 g

Yukarıda verilen bileşenlere göre oluşturulacak drone'nun toplam ağırlığı kaç kilogramdır?

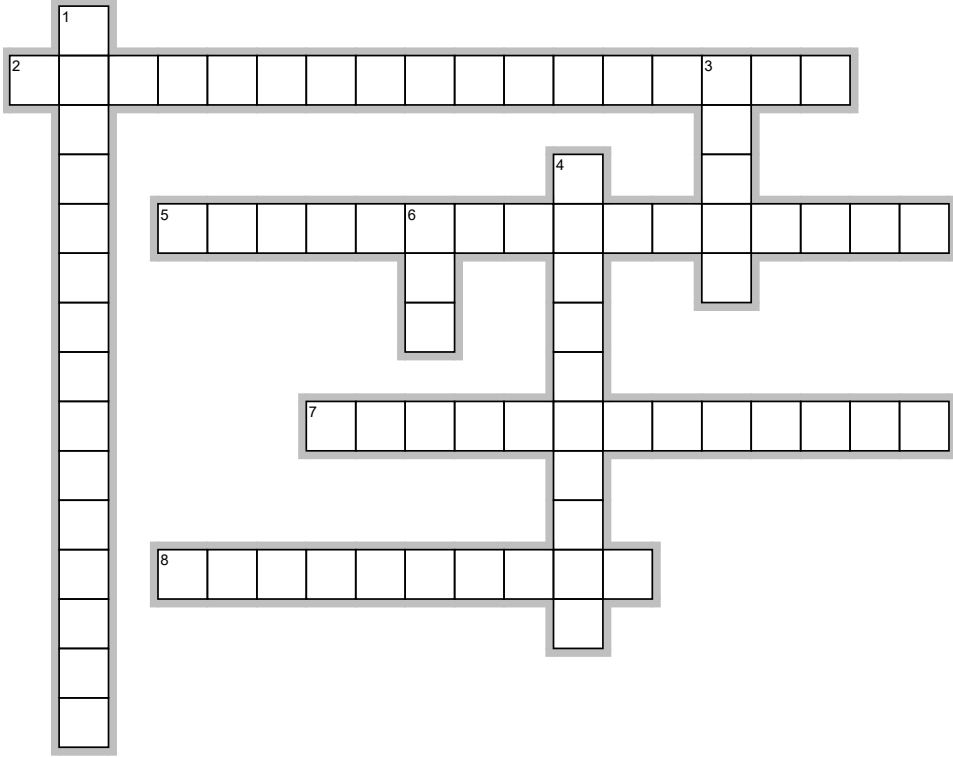
- A) 1,715
B) 1,800
C) 2,550
D) 2,600
E) 2,615

34. Aşağıdakilerden hangisi konsolidasyonun temel amaçlarından biri değildir?

- A) Lojistik maliyetleri düşürmek
B) Depolama alanını daha etkili bir şekilde kullanmak
C) Genel iş süreçlerini iyileştirmek
D) Teslimat süresini uzatmak
E) Sevkiyat zamanlamasını uygun duruma getirmek

ÇENGEL BULMACA

Sonraki sayfada verilen çengel bulmaca sorularının doğru cevabını, sayfanın altında yer alan "Kelime Bankası"ndan bularak her kutucuğa bir harf gelecek şekilde boşluk bırakmadan yazınız.



Kelime Bankası

BLOK ZİNCİR, DİKEY ENTEGRASYON, ERP, KONSOLİDASYON, LİDAR, OTONOM TAŞIMACILIK, STANDARDİZASYON, VERİMLİLİK

ÇENGEL BULMACA SORULARI

Soldan Sağa

2. Genel olarak insan gücü hizmetine gerek duyulmadan taşımacılık faaliyetinin gerçekleştirilmesi.
5. Bir fabrika içinde çeşitli seviyelerde farklı iletişim teknolojisi sistemlerinin entegrasyonu.
7. Genellikle farklı unsurların veya bileşenlerin bir araya getirilerek daha büyük ve bütünsel bir yapının oluşturulması.
8. Tarafların belirli kurallara göre anlaşmaları sonucunda sanal varlıkların dijital ortamda transfer olmasını sağlayan teknoloji.

Yukarıdan Aşağıya

1. Teknolojinin kullanımı ile lojistik süreçlerin belirli ölçütlere göre yapılandırılması.
3. Işın algılama ve mesafe ölçme teknolojisi.
4. Teknolojinin iş süreçlerine uyarlanmasıyla maliyetlerin (girdiler) azaltılması ve ortaya çıkan faydanın (çıktılar) artırılması.
6. Kurumsal Kaynak Planlaması sistemi.

TERİMLER SÖZLÜĞÜ

A-D

ADS-B: Otomatik bağımlı gözetim-yayın. Herhangi bir yer / hava kullanıcısının ihtiyaç duyacağı pozisyon, iz ve yer hızı vb. bilgilerin bir yayın modu veri hattı aracılığıyla belli aralıklarla iletimini sağlayan gözetim uygulaması.

AGL [above ground level (abov ground levil)]: Yer yüzeyinden yükseklik. Yeryüzüne göre bulunulan anlık irtifa bilgisi.

AIP [Aeronautical Information publication (eronatikil informeyşın pablıkeyşın)]: Havacılık Bilgi Yayını.

akselerometre: İvmeölçer. Drone'un hangi yönde ve hızda uçtuğunu algılayan sensör.

aviyonik: Uçakların içerisinde bulunan elektronik sistemlerin tümü. Uçuş sırasında navigasyon, iletişim, kontrol ve güvenlik gibi işlevleri yerine getirir. Bu sistemler, pilotlara uçağın durumu hakkında bilgi sağlar ve uçağın güvenli bir şekilde seyahat etmesini sağlar.

E-H

EASA [European Union Aviation Safety Agency (Yuropiyın Yuniyın Evieyşın Seyfti Ecnsi)]: Avrupa Birliği Havacılık Emniyeti Ajansı.

ESC [electric speed controller (ılektrik sıpid kıntroler)]: Elektronik hız kontrol cihazı. Uçuş kontrolcüsünden gelen bilgi ile motorun hızını azaltmaya ve artırmaya yardımcı olur.

EUROCONTROL IFPS (Yurokıntrol IFPS): Avrupa Seyrüsefer Hava Emniyeti Teşkilatı Entegre Uçuş Plan İşleme Sistemi.

FC [flight controller (fılayt kıntrolır)]: Uçuş kontrolcüsü.

fırçasız [brushless (bıraşlıs)] motor: Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren bir tür elektrik motoru. Bu motorlar, geleneksel fırçalı motorlara kıyasla daha verimli, daha güçlü ve daha az bakım gerektirir. Drone gibi hava araçlarında, özellikle küçük boyutlarda ve hafif yapıda olanlarda fırçasız motorlar sıklıkla tercih edilir.

gimbal (gimbıl): Kamerayı ve kamera kaydını üzerindeki fırçasız motorlar aracılığıyla mikro dengelemeler yaparak sabitleyen elektronik dengeleyici.

GPS [global positioning system (gılobal pozışning sistım)]: Drone'un konum tabanlı ilerleme, otomatik eve dönüş, yatay pozisyon sabitleme gibi özellikler sunmasını sağlayan sistem.

GTİP: Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu. Bir malın ithalat ve ihracat işlemleri sırasında kullanılan uluslararası standart bir kod sistemi. Bu kodlar, her bir malın ticarete tanımlanmasını sağlar ve gümrük işlemlerinde kullanılan vergi oranlarını belirlemek için de önemlidir.

gyro / gyroscope (cayro / cayrıskep): Drone'un yatay ve dikey duruşunu kontrol ederek durağanlığını sağlayan sensör. Küçük drone'larda ağırlık nedeniyle genellikle kullanılmaz.

hexacopter: Altı motorla uçan cihazlara verilen isim.

I-K

IMU [inertial measurement unit (inörşıl mejurumınt yunit)]: Ataletsel Ölçüm Ünitesi. Drone'un hareketini ve yönünü ölçen bir sensör seti. IMU, drone'un stabilize olmasına ve uçuş sırasında kontrol edilmesine yardımcı olur.

İHA ekibi: İHA'nın uçuşu için kontrol istasyonunda gerçekleştirilen faaliyetlerin tamamından sorumlu olan görevlileri içeren ekip. Bu ekip, kumanda başındaki İHA pilotunu, faydalı yük operatörünü, teknisyenleri ve varsa muhabere görevlisi gibi diğer görevlileri içerir.

İHA gözlemcisi: İnsansız hava aracını görsel olarak izleyecek ve uçuşun yürütülmesinde pilota yardımcı olması için işletici tarafından belirlenen kişi.

kalabalık bölge: Yayla benzeri geçici yerleşim yerleri ile köy ve mezralar, yoğun olmayan insan varlığı bulunan turistik ve tarihi alanlar; piknik, miting, konser, spor faaliyetleri gibi maksatlarla kullanılan bölgeler; yüzmeye, deniz sporları gibi amaçlarla kullanılan kıyı şeritleri ile iç sular, otoyollar ve demir yolları gibi içerisinde yoğun olmayan, kalıcı veya geçici yoğunlukta insan ve taşıt bulunan bölgeler.

kalabalık olmayan bölge: Boş araziler, tarım alanları, ormanlar, denizler ve iç sular gibi içerisinde kalıcı insan yerleşimi ve taşıt bulunmayan bölgeler.

KV: Motorun güç değeri. Volt başına devir sayısını belirtir. KV değeri ne kadar yüksekse motor o kadar fazla güç üretir ve aynı oranda pil tüketir. Uzun uçuş süresi için düşük KV, daha fazla performans için yüksek KV tercih edilir.

L-P

LiPo (lityum polimer): Drone'larda kullanılan pillerin genel ismi. Hafif ve güçlü pillerdir ancak şarj ederken ve kullanırken dikkat edilmesi gereken bileşenlerdir.

mAh: Bir saatte harcanan miliamper. Bir pilin bitmeden önce ne kadar güç sağladığını belirten birim.

micro (maykro): 25-75 g ile 120-180 mm aralığında bulunan drone'lar.

mode-s transponder: Mod-S vericisi.

nano drone: 25 gram ve 25 gram altındaki drone'lar.

prop-propeller (propelir): Pervane.

Q-T

quadcopter: Dört motorla uçan cihazlar.

RC [radio control (reydiyo kintrol)]: Uzaktan kumanda sayesinde kontrol edilen sistemlere verilen isim.

rotor: Motora takıldığı zaman drone'un havalanmasını sağlayan parça.

servo: Drone'un manevra için fiziksel sürtünme yapmasını sağlayan parça. Yarış drone'larında servo bulunmaz çünkü yarış drone'ları motorların hızlanmasıyla hareket ettiğinden bu parçalara gereksinim duymaz.

SHT-7 Talimatı: 11/09/2014 tarihinde yayımlanan Hava Aracı Milliyeti ve Tescil İşaretleri Talimatı.

SHY-21: 30/12/2015 tarihli ve 29578 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Hava Aracı ve İlgili Ürün, Parça ve Cihazın Uçuşa Elverişlilik ve Çevresel Sertifikasyonu Yönetmeliği.

TCAS [traffic alert and collision avoidance system (trafik ilört en kılıjın avoydins sistim)]: Trafik Uyarı ve Çarpışma Önleme Sistemi.

telemetri: Yükseklik, hız, roll, yaw, konum ve benzeri drone uçuşu ile ilgili veriler.

Tx [transmitter (transmitör)]: Verici. İki nesneye yönelik kullanılabilir. Birincisi, uzaktan kumanda olarak bilinen radyo vericisidir; pilotun elinde tuttuğu ve drone'u yönlendirmek için kullandığı cihazdır. Diğer tip verici ise drone üzerinde bulunan ve pilotun kullandığı FPV gözlük veya ekrana video sinyalleri gönderen cihazdır.

U-Y

UAS [unmanned aircraft system (anmenid eirkıraft sistim)]: İHA ile kontrol istasyonu, komuta ve kontrol veri bağı, kalkış ve iniş sistemi gibi uçuşun sağlanması için gerekli olan, birbirinden ayrı sistem elemanlarının bütünü.

UAV [unmanned aerial vehicle (anmenid eril viikil)]: İHA, diğer bir ifadeyle insansız hava aracı.

VFR [visual flight rules (vijuil fılayt ruls)]: Görerek Uçuş Kuralları.

yaw: Yatay ekseninde drone'un sağa ve sola dönme hareketi.

CEVAP ANAHTARLARI

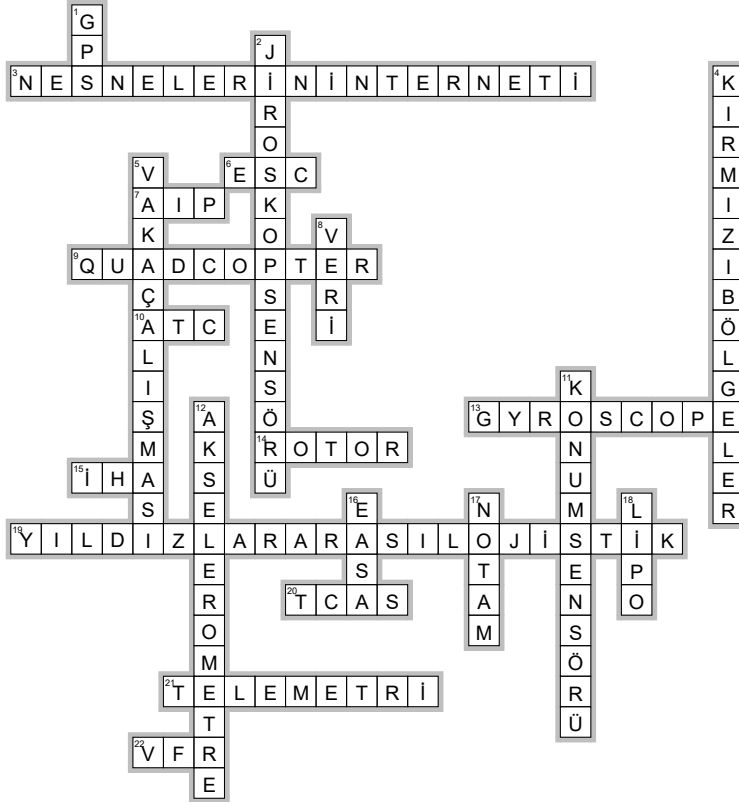
| 1. ÖĞRENME BİRİMİ | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|-----|---|--------------------|----------------------------|--|--|-------------------|---|-----|---|
| A) DOĞRU-YANLIŞ | | | | B) BOŞLUK DOLDURMA | | | | C) ÇOKTAN SEÇMELİ | | | |
| 1. | Y | 8. | D | 13. | İHA | | | 20. | E | 27. | D |
| 2. | D | 9. | D | 14. | askerî İHA'lar | | | 21. | D | 28. | A |
| 3. | Y | 10. | Y | 15. | azami kalkış ağırlığı | | | 22. | A | 29. | E |
| 4. | D | 11. | D | 16. | Özel Uçuş İzni Belgesi | | | 23. | C | 30. | D |
| 5. | D | 12. | Y | 17. | nesnelerin interneti (IoT) | | | 24. | D | 31. | A |
| 6. | Y | | | 18. | radar sensörü | | | 25. | E | 32. | C |
| 7. | Y | | | 19. | uzay lojistiği | | | 26. | C | 33. | C |

| 2. ÖĞRENME BİRİMİ | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|-----|---|--------------------|----------------------|--|--|-------------------|---|-----|---|
| A) DOĞRU-YANLIŞ | | | | B) BOŞLUK DOLDURMA | | | | C) ÇOKTAN SEÇMELİ | | | |
| 1. | Y | 10. | D | 13. | dikey entegrasyon | | | 22. | E | 31. | B |
| 2. | D | 11. | Y | 14. | İHA | | | 23. | D | 32. | A |
| 3. | D | 12. | D | 15. | özel | | | 24. | D | 33. | E |
| 4. | Y | | | 16. | gönderi kabul formu | | | 25. | C | 34. | D |
| 5. | D | | | 17. | son adım teslimat | | | 26. | A | | |
| 6. | Y | | | 18. | dış kaynak kullanımı | | | 27. | B | | |
| 7. | Y | | | 19. | konsolidasyon | | | 28. | B | | |
| 8. | D | | | 20. | ekipman | | | 29. | D | | |
| 9. | Y | | | 21. | drone | | | 30. | C | | |

CEVAP ANAHTARLARI

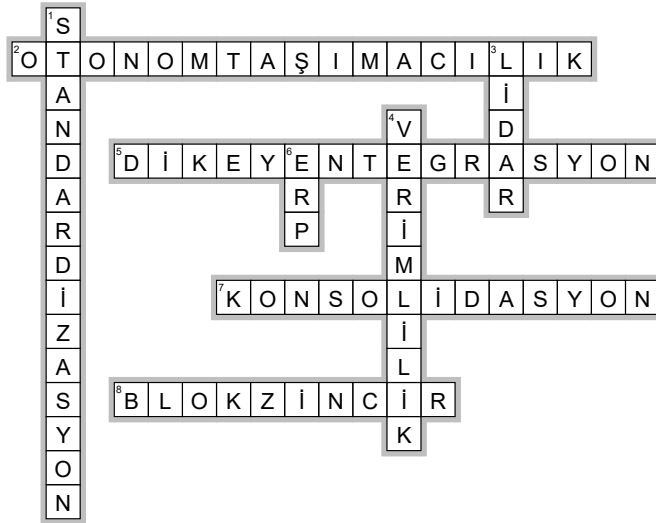
1. ÖĞRENME BİRİMİ

ÇENGEL BULMACA CEVAPLARI



2. ÖĞRENME BİRİMİ

ÇENGEL BULMACA CEVAPLARI



CEVAP ANAHTARLARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ 2. SIRA SİZDE (Sayfa 22)

| | |
|-------------------|---|
| Uçuşa Yasak Bölge | 4 |
| Uçuş Planı | 6 |
| Nano Drone | |
| Serbest Bölge | 2 |
| İHA Pilotu | |
| İHA Gözlemcisi | 7 |
| Akselerometre | 3 |
| NOTAM | 5 |
| Micro Drone | |
| İHA Ekibi | 1 |

2. ÖĞRENME BİRİMİ 2. ETKİNLİK (Sayfa 101)

| İş ve İşlemler | Belgelendirme | Kapsam Kontrolü | Paketleme | Ücretlendirme | Kayıt | Etiketleme | Depolama ve Sınıflandırma |
|---|---------------|-----------------|-----------|---------------|-------|------------|---------------------------|
| Sürelî teslimat bedelinin hesaplanması | | | | X | | | |
| Barkot etiketinin yazdırılması | | | | | | X | |
| Adresleme işleminin yapılması | | | | | | | X |
| Gönderiye "Kırılabilir" etiketinin yapıştırılması | | | | | | X | |
| Verilerin elektronik ortama aktarılması | | | | | X | | |
| Gönderiye paraşüt takılması | | | X | | | | |
| Gönderi takip numarasının atanması | | | | | X | | |
| Siparişlerin raflardan toplanması | | | | | | | X |
| Taşıma bedelinin hesaplanması | | | | X | | | |
| Gönderi ambalajının köpükle kaplanması | | | X | | | | |
| Ürün cinsinin belirlenmesi | | X | | | | | |
| Taşıyıcı Mali Mesuliyet Sigortası yapılması | | | | X | | | |
| Gönderinin ambalajlanması | | | X | | | | |
| Ürünlerin sayılması | | X | | | | | |
| Gönderi kabul formunun düzenlenmesi | X | | | | | | |
| Gönderinin tartılması ve ölçülmesi | | X | | | | | |
| Gönderici talimatının alınması | X | | | | | | |

- Acar, E. B., Karabey, C. ve Bayram, K. (2023). Drone ile paket dağıtımında gezgin satıcı probleminin genetik ve parçacık sürü optimizasyon algoritmaları ile çözümü. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10 (20), 168-181.
- Akben, İ. ve Özel, M. (2017). Supply chain visibility: Control tower approach. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 16 (3). 612-627: DOI 10.21547/jss.306811
- Avcı, İ. (2022). Akıllı evlerde IoT teknolojileri ve siber güvenlik. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (34), 226-233.
- Bahar, E. (2006). *İşletme Becerileri Grup Çalışması*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Can, N. ve Kahveci, M. (2017). İnsansız hava araçları: Tarihçesi, tanımı, dünyada ve Türkiye'deki yasal durumu. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5 (4), 511-535.
- Çalışkan, T. B. ve Erturgut, R. (2022). Lojistik faaliyetlerde İHA kullanımı: İHA pilotları üzerinde bir araştırma. *Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4 (1), 1-16. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ubfdergisi/issue/70238/1060710>
- Demirbaş, A. M., İnan, B., Damyanlı, E. C., Karaman, O., Nurten, M. C., Gönül, E., Karpat, F. (2021). Kargo taşıma için insansız hava aracı. *Mühendis ve Makine Güncel Dergisi*, 29-37.
- Diao, X., Aung, N., Lwin, W.Y., Zone, P., Nyunt, K.M., Thurlow, J. (2020). *Assessing the Impacts of COVID-19 on Myanmar's Economy: A Social Accounting Matrix (SAM) Multiplier Approach*. International Food Policy Research Institute, Strategy Support Program Policy Note 5, 1-17.
- Đurić, J. S., Jovanović, S. Z., ve Šibalija, T. (2018). Improving the efficiency of the warehouse storage process with the use of drones. *International Journal "Advanced Quality"*, Vol. 46, No. 3-4
- Elmas, E. E., ve Alkan, M. (2023). Bir insansız hava aracı sisteminin tasarımı, benzetimi ve gerçekleştirilmesi. *Politeknik Dergisi*, 26 (2), 929-940. <https://doi.org/10.2339/politeknik.1037319>
- Ercan, C. ve Gencer, C. (2013). Dinamik insansız hava sistemleri rota planlaması literatür araştırması ve insansız hava araçları çalışma alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19 (2), 104-111.
- Erdal, E. ve Ergüzen, A. (2020). Nesnelerin interneti (IoT). *Ulusal Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 12 (3), 24-34.
- Garg, P. K. (2021). *Unmanned Aerial Vehicles: An Introduction*. Mercury Learning & Information.
- Gökrem, L. ve Bozuklu, M. (2016). Nesnelerin interneti: Yapılan çalışmalar ve ülkemizdeki mevcut durum. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, (13), 47-68.
- Gündüz, Z. ve M. & Daş, R. (2017). Nesnelerin interneti: Gelişimi, bileşenleri ve uygulama alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24 (2), 327-333.
- İşler, H.A., Hafızoğlu, O., Mazlum, S., Yüzbaşıoğlu, Ö. (2021). *Semrük Gözcü İHA*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü.
- 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. DOI: 10.15317/Scitech.2017.109
- Karaağaç, C. (2018). Drone kelimesi odağında Türkçe terminoloji tartışması. *Thinktech STM Teknolojik Düşünce Merkezi*. https://thinktech.stm.com.tr/uploads/docs/1608906598_stm-drone-kelimesi-terminoloji.pdf (13.01.2024)
- Karagöz, Ö. (2011). *Mini insansız hava aracı tasarımı ve üretimi (Doktora Tezi)*. Hava Harp Okulu Havaçılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.
- Kurtuluş, D. F. (2014). *Kargo taşıma ve yangın söndürme amaçlı kullanılacak insansız hava aracı tasarımı, üretimi ve uçuş testlerinin gerçekleştirilmesi*. <https://hdl.handle.net/11511/61860>
- Liu, W., Anguelov, D., Erhan, D., Szegedy, C., Reed, S., Fu, C. Y., Berg, A. C. (2016). Ssd: Single shot multibox detector. *In Computer Vision—ECCV 2016: 14th European Conference, Amsterdam, The Netherlands, October 11–14, 2016, Proceedings, Part I 14* (pp. 21-37). Springer International Publishing.

- Nakıboğlu, G. (2020). Drone taşımacılığı ve son-adım teslimatta kullanımı. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 285-298.
- Özdemir, U. (2015). *Dikey iniş kalkış yapabilen sabit kanatlı insansız hava aracı tasarımı, üretimi ve uçuş testleri (Doktora Tezi)*. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Özalbant Z. (2016). *Açı verilebilir pervane sistemine sahip insansız bir hava aracının tasarımı, üretimi ve uçuş tecrübeleri (Doktora Tezi)*. Anadolu Üniversitesi Havacılık Bilimleri Fakültesi, Eskişehir.
- Scott, J., ve Scott, C. (2017). Drone delivery models for healthcare. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*. University of Hawaii at Mānoa
- Sevici, Ö. M., Bilgin, A. A., ve Serttaş, S. (2023). Kurye ve kargo amaçlı dikey iniş kalkış yapabilen insansız hava aracı tasarımı ve üretimi. *Journal Of Scientific Reports-C*, (004), 1-13.
- Şekkeli, Z. H. ve Bakan, İ. (2018). Endüstri 4.0'ın etkisiyle lojistik 4.0. *Journal of Life Economics*, 5 (2), 17-36.
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Ulaştırma Hizmetleri Alanı Çerçeve Öğretim Programı (2020). Ankara: MEB Yayınları.
- Turğut, M. ve Şeker, B. (2022). İnsansız Hava Araçlarının (İHA) taşımacılıkta kullanımına yönelik keşfedici bir araştırma: Drone Taşımacılığı ve Uygulamaları. *Journal of Intelligent Transportation Systems & Applications*, 5 (2).
- Uslu, F. ve Tekin, Z. Pandemi sürecinde drone kullanımı: Geleceğin lojistik teknolojileri. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Kongresi: Krizler, Belirsizlikler ve Arayışlar*, 165.
- Villi, O. ve Yakar, M. (2022). İnsansız hava araçlarının kullanım alanları ve sensör tipleri. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 4 (2), 73-100.
- Yaman, K. ve Özen, M. (2016). *Uluslararası ve ulusal boyutta sivil havacılık faaliyetlerinin yasal çerçevesi*. Yılmaz, A.K. (Ed.). Hava Taşımacılığı içinde (Ünite 5). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Yardımcı, G. (2019). İnsansız hava araçlarına Türk mevzuatından bir bakış. *Journal of Aviation*, 3 (1), 61-80.
- Yeğen, E. (2019). *Uzay mimarlığı üzerine bir araştırma: Tasarım kriterleri ve tasarım süreci*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi.
- Yeşilay, R. B. ve Macit, A. (2020). Dünyada ve Türkiye'de drone ekonomisi: Geleceğe yönelik beklentiler. *Beykoz Akademi Dergisi*, 8 (1), 239-251.
- Yılmaz, Ü. ve Kuvat, Ö. (2021). Nesnelerin interneti teknolojisinin lojistik faaliyetlerindeki uygulama alanları ve verimliliğe etkileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* (31), 746-754. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1004953>
- *Kaynakça atıf sistemi, APA (6.0) yazım kuralları ve kaynak gösterme biçimine göre düzenlenmiştir.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI



Genel Ağ Kaynakçası ve Görsel Kaynakçası'na ulaşmak için yandaki kodu tarayın.

<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2575>

NOTLAR

Notlar için ayrılmış boş alan. Sayfa, yazı için yatay çizgilerle donatılmıştır.

NOTLAR

A series of horizontal dashed lines for taking notes.

NOTLAR

Notlar için ayrılmış boş alan.