



Modüler Yapıya Sahip Karadan ve Havadan İlerleyebilen Robot

Arif Emre Ceylan^{1*}, Kadir Sabancı², Selami Balcı³

^{1*}Hendek Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Sakarya, Türkiye. (ORCID 0000-0002-1591-4214), a.emreceylan@hotmail.com

²Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Karaman, Türkiye. (ORCID 0000-0003-0238-9606), kadirsabanci@kmu.edu.tr

³Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Karaman, Türkiye. (ORCID 0000-0002-3922-4824), sbalcı@kmu.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 4 Temmuz 2022 ve Kabul Tarihi 25 Mart 2023)

(DOI: 10.31590/ejosat.1140125)

ATIF/REFERENCE: Ceylan A.E., Sabancı, K., & Balcı, S. (2023). Modüler Yapıya Sahip Karadan ve Havadan İlerleyebilen Robot. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (50), 85-96.

Öz

Günümüzde doğal ya da insan kaynaklı afetler binlerce insanın yaşamını yitirmesine veya hayat kalitesinin düşmesine sebep olmuştur. Bu bağlamda insanların can ve mal kayıplarını minimize etmek için arama kurtarma ekipleri her türlü afet ya da vakaya uygun ekipmanını envanterinde bulundurmak zorundadır. Envanterindeki ekipman arama kurtarma ekiplerinin olaya müdahale süresini kısaltabileceği için hayati öneme sahiptir. Kanatları hareketli olarak tasarlanan robot, doğal afetlerde mahsur kalan bireylere olayın türüne göre arama kurtarma ekipleri tarafından ilgili modül takılarak karadan veya havadan temel düzeyde (Powerbank, cep telefonu, özel ilaç ve gıda malzemesi gibi) malzeme yardımında bulunabilecektir. Böylelikle yaralının ya da afetzedenin hayatta kalma süresi artacaktır. Kanatları hareketli otonom robotun benzetim ve tasarımları Solid Works ortamında yapılmış olup gerekli donanım ve entegrasyon işlemleri de detaylıca ele alınmıştır. Prototipi gerçekleştirilen bu çalışmada farklı modüller takılarak robot hem karada hem havada hareket etmesi sağlanmıştır. Bunun yansısı kanatların istenilen açıda hareketi sağlanmış olup karada hareket esnasında manevra kabiliyeti gözlemlenmiştir. Ayrıca, robot karada hareket ederken yük taşıma haznesi kapaklarının kontrolü de sağlanmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Robot İHA olarak kullanıldığında otonom-manuel uçuş esnasında görüntü aktarmada başarılı sonuçlar gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Modüler Robot, İHA, İKA, Afet, Otonom Robot.

A Robot with a Modular Structure That Can Move by Land and Air

Abstract

Today, natural or man-made disasters have caused thousands of people to lose their lives or decrease their quality of life. In this context, in order to minimize the loss of life and property of people, search and rescue teams have to keep equipment suitable for all kinds of disasters or incidents in their inventory. The equipment in its inventory is of vital importance as it can shorten the response time of the search and rescue teams. The robot, whose wings are designed with moving wings, will be able to provide basic material aid (Powerbank, mobile phone, special medicine and food supplies, etc.) to individuals stranded in natural disasters by attaching the relevant module by the search and rescue teams, depending on the type of event. Thus, the survival time of the injured or the victim will increase. The simulation and designs of the autonomous robot with moving wings are made in the Solid Works environment, and the necessary hardware and integration processes are also discussed in detail. In this study, the prototype of which is carried out, different modules are attached to enable the robot to move both on land and in the air. In addition, the movement of the wings at the desired angle is ensured and maneuverability is observed during the movement on land. In addition, while the robot is moving on land, the control of the cargo carrying chamber covers has been ensured and successful results have been obtained. Successful results have been observed in image transfer during autonomous-manual flight when the robot is used as a UAV.

Keywords: Modular Robot, UAV, UGV, Disaster, Autonomous Robot.

* Sorumlu Yazar: a.emreceylan@hotmail.com

1. Giriş

Afet, toplumların insan ya da doğal kaynaklı olmak üzere günlük yaşantılarının sekteye uğraması olarak tanımlanabilir (Afad, 2019). Afetler engellenemez ancak teknolojiye paralel olarak geliştirilen robotlar ile doğal afetlerin sebep olacağı hasar, yaralanma ve can kayıpları minimize edilebilir. Bu bağlamda afetlerde yaralıların hayatta kalma süresi ve afetzedelere müdahale etmede kullanılacak enstrümanın içeriği oldukça önemlidir. Arama kurtarma ekiplerinin envanterlerindeki birçok malzeme ve sensör ile arama kurtarma yapılmaktadır. İnsansız Hava Araçları (İHA) ve İnsansız Kara Araçları (İKA) birden fazla sensörün birbiri ile uyumlu çalışan önemli araçlardır ve bu araçlar arama kurtarma ekiplerinin envanterine katılması gereken cihazlardır (Mirowski vd., 2013). Afet sonrası hasar tespiti yapılmasında, kayıp bireylerin bulunmasında veya mahsur kalan bireyleri kurtarılmasında İHA'ların kullanılması can ve mal kayıplarını azaltacaktır (Galindo ve Batta, 2013).

İHA ve İKA içinde insan unsuru barındırmayan, sahip olduğu sensörler ve çeşitli algoritmalar aracılığıyla otonom olarak kendi hızını, yönünü ayarlayabilen, bulunduğu konumdan hedefe gidip planlanan görevi yerine getiren sistemlerdir (Aksoy ve Kurnaz, 2009). Kanat yapıları bakımından "İnsansız Hava Araçları" nı sabit ve döner kanatlı hava araçları olarak ayırmak mümkündür.

Döner kanatlı İHA'lar birden fazla motora sahip insansız hava araçları veya multikopter olarak da adlandırılır. Tricopter, quadcopter, hexacopter ve octocopter gibi çok sayıda motora sahip döner kanatlı multikopterlerdir. Döner kanatlı multikopter İHA'ların motorlarının farklı yönlerde dönmesi ile merkezkaç kuvveti sıfırlanır. Bu araçların merkez kaç kuvvetinin sıfırlanması ve motorlarının güç kontrolünün yapılabilmesi bu araçlara yüksek manevra kabiliyeti sunmuştur. Amazon, Google, Facebook gibi büyük çaplı şirketler İHA'lar üzerine çalışma yapan firmalara Ar-Ge çalışmaları için büyük desteklerde bulunmaktadır. Yapılan Ar-Ge çalışmalarında İHA'ların güneş enerjisi ile kendi kendisini şarj etmesi ve bu araçların kargo taşımacılığında kullanılması planlanmaktadır (Selamoğlu, 2014).

Literatür incelendiğinde, modüler yapıya sahip yani olayın şekline göre modüller takılarak çeşitlendirilebilen karada, havada veya hem karada hem havada ilerleyebilen, kanatları açılıp-kapanan bir robot olmadığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra Afet bölgelerinde İHA'ların veya İKA'ların kullanımının ulusal çapta bazı örnekleri şöyledir (Karaağaç, 2020):

- 2005'te ABD'de meydana gelen 2.000 insanın hayatını kaybetmesine sebep olan Katrina kasırgası sonrası kara bağlantısı ile ulaşılamayan yerlere İHA'lar yardımı ile havadan gözlemde bulunulmuştur.
- 2010 yılında Haiti'de meydana gelen depremde, deprem sonrası hasar tespiti için RQ-4 Global Hawk, MQ-1 Predatör ve Skylark İHA sistemleri kullanılmıştır.
- 2011 yılında Japonya'da meydana gelen deprem ve tsunami nedeni ile Fukuşima Nükleer Santralinde hasar oluşmuştur. Bu hasarların tespiti için T- Hawk, Yamaha R- Maxve RQ-4 Global Hawk İHA'ları kullanılmıştır.

Yapılan bir çalışmada afet bölgelerine insansız hava aracı filosu oluşturulabileceği fikrini ortaya atmışlardır. Afet bölgelerine afet durumlarında karadan ulaşımın imkânsız ya da zor olduğu durumlarda havadan ilaç, su saflaştırma tableti gibi insani yardımların İHA'lar ile ulaştırılabileceğini bildirmiştir (Rabta vd., 2018).

Dikey iniş kalkış yapabilen dört rotorlu (Quadrotor) uçuş kontrollü bir çalışmada Quadrotor'ların yüksek manevra kabiliyeti olması sayesinde deprem, sel yangın gibi doğal afetlerden sonra durum tespiti için görüntü çekme, trafik kontrolü ve sınır emniyeti gibi birçok alanda kullanım imkânı olduğunun farkına varılmıştır (Bayrakçeken, 2013).

Bir grup araştırmacının yapmış oldukları bir çalışmada İHA'ların, başta askeri uygulamalar olmak üzere jeolojik ve meteorolojik araştırmalara dayalı olarak heyelanların incelenmesinde, doğal afet yönetiminde, uluslararası sınır devriyesinde, orman yangını tespitinde kullanılabileceğini belirtmektedir. Bunun yanı sıra yakıtlı uçaklar ile veri iletimi karşılaştırıldığında İHA'ların diğer araçlara göre daha hızlı ve daha yüksek manevra kabiliyetine sahip olduğu tespit edilmiştir (Akgül vd., 2016).

Doğal afet durumundan hemen sonra kara yolu ile ulaşım sağlanamadığı için afet bölgesi durum tespiti amacıyla İHA'ların kullanılması oldukça önemlidir. İHA'ların rota çizilerek otonom şekilde uçabilme yeteneği sayesinde afet bölgelerinin havadan gözlem ile hasar tespiti yapılabilen ve kayıp bireylerin aranmasında büyük kolaylık sağlayabilmektedir (Değirmen vd., 2018). Böylelikle olaylara müdahale etme zamanı kısaltılmakta, can ve mal kayıpları azaltılabilmektedir.

Yapılan bir çalışmada 11 Eylül New York'taki terör saldırısından sonra kazazedelerin bulunmasına yardımcı olmak için CASPER adında robotlar kullanıldığını belirtmiştir. Ayrıca çalışmada bir afet veya arama kurtarma durumunda İHA'ların arama kurtarma ekiplerine anlık olarak bilgi aktarabileceğini ve kazazedelere hızlı bir şekilde müdahale edilebileceğini vurgulamıştır (Grogan vd., 2018).

Bu çalışmada, Afetlerde, kayıp bireylerin tespit edilen koordinatları anlık olarak yetkili merkezlere bildirilmesinin yanı sıra mahsur kalan bireylere arama kurtarma ekipleri gelene kadar temel düzeyde (Powerbank, Cep Telefonu ve Su- gibi) malzeme desteği sağlayıp, hayatta kalma ihtimallerini arttıracak robotun prototipi yapılmıştır. Örneğin ayağı çeşitli nedenlerle kırılan ve yerinden hareket edemeyen bir bireye havadan, karadan veya hem havadan hem de kanatlarını kapatıp karadan arama kurtarma ekipleri gelene kadar müdahale edilebilecektir. Solidworks tasarım programında tasarlanan ve tasarımı Şekil 1'de gösterilen modüler yapıya sahip robot, olayın şekline ve zeminin yapısına göre uygun modüller takılarak farklı görevlerde kullanımı gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Modüler yapıya sahip robotun modül numaralandırılması (Figure 1. Module numbering of the robot with modular structure)

2. Gereç ve Yöntemler

Karada, havada veya hem havada hem karada ilerleyebilen kanatları hareketli modüler yapıya sahip robotun Solidworks programında çizimleri Şekil 1’de gösterilmiş olup modül numaralarının tanımlaması ise Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Robotun modül numara tanımlaması (Table 1. Module number identification of the robot)

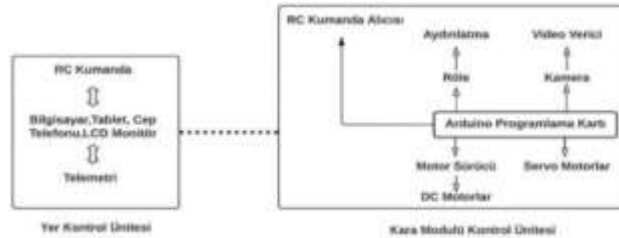
Modül numarası	Modül açıklaması
1	Hava Modülü
2	Hava Kontrol Ünitesi Modülü
3	Kara Modülü
4	Kara Aracı Kontrol Ünitesi Modülü

4 ayrı modülden oluşan robot afetlerde enkaz altında insan unsurunun girmekte zorlandığı ya da giremediği yerlere girerek yardıma muhtaç bireylere temel gıda vb. malzemelerinin ulaştırılmasında kullanılırken Şekil 2’de gösterildiği gibi “3” ve “4” numaralı modüllerin birleştirilmesi yani “A” kombinasyonu gerekmektedir.



Şekil 2. Robotun kara aracı kombinasyonu (A) (Figure 2. Robot's ground vehicle combination (A))

Robot “A” kombinasyonunda iken “4” numaralı “Kara Kontrol Ünite Modülü” tarafından kontrol edilebilmektedir. Kara kontrol ünitesi blok diyagramı Şekil 3’te gösterilmiştir.



Şekil 3. Kara kontrol ünitesi blok diyagramı (Figure 3. Ground control unit block diagram)

Robot, Şekil 4’te gösterildiği üzere 2 ve 3 numaralı modüller birleştirildiğinde yani “B” kombinasyonunda iken hem havada hem karada gitme özelliğine sahip olmaktadır. Robot uçuş görevini tamamladıktan sonra karada ilerleyip yaralının en yakın mesafesine ulaşmak ve yük haznesindeki malzemeyi yaralıya ulaştırması için kanatlarını katlayabilmektedir.



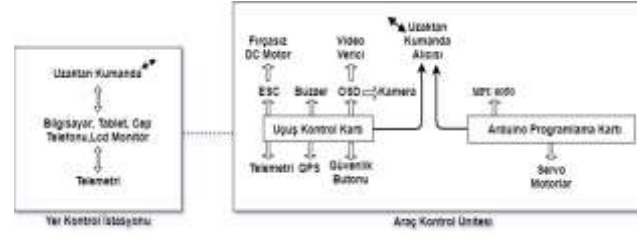
Şekil 4. Robotun kara-hava aracı kombinasyonu (B) (Figure 4. The ground-air vehicle combination of the robot (B))

Robotun A ve B kombinasyonun yanı sıra 1-2 numaralı modüller birleştirildiğinde yani Şekil 5’te gösterildiği üzere C kombinasyonunda ise robot havadan uçabilmekte ve manuel ya da otonom uçuş yaparak gözlem yapabilmektedir. Ayrıca yukarıdan aşağıya malzeme bırakma, yeraltının koordinatlarını belirleyebilme, anlık görüntü aktarımı karanlıkta uçuşa gibi özelliklere sahiptir.



Şekil 5. Robotun hava aracı kombinasyonu (C) (Figure 5. Robot's aircraft combination (C))

Robot B ve C kombinasyonlarında iken “2” numaralı modül tarafından kontrol edilmektedir. “Hava Kontrol Ünite Modülü” olarak tanımlanan “2” numaralı modülün blok diyagramı Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6. Hava kontrol ünite modülü blok diyagramı (Figure 6. Air handling unit module block diagram)

Prototipi yapılan robot Şekil 3 ve 6’daki blok diyagramlarında gösterildiği üzere “Yer Kontrol İstasyonu”, “Kara Kontrol Ünitesi” ve “Hava Kontrol Ünitesi” den oluşmaktadır. Robot yer kontrol istasyonundan gelen sinyaller doğrultusunda ya da otonom olarak hareket edeceğinden karmaşık fiziksel bir yapıya sahiptir. Bu karmaşık yapıyı azaltmak için robotta kullanılan malzemeler ve bağlantıları “Kara Kontrol Ünitesi” ve “Hava Kontrol Ünitesi” başlıkları altında detaylıca incelenmiştir.

2.1 Kara Kontrol Ünitesi

Bir robotu otonom ya da uzaktan kontrol etmek için farklı işlemcilerle sahip birçok programlama kartı mevcuttur. Kara Kontrol Ünite Modülünde temini kolay, boyutlarının küçük ve açık kaynak kodlu olması sebebi ile Arduino Nano uygulama kartı tercih edilmiştir. Prototipi yapılan robotta kara kontrol ünitesi “Kara kontrol Ünite Modülü” ve “Kara Modülü” tarafından oluşmakta olup modüllerin tasarımları ve sonuçları “Sonuç ve Tartışma” başlığı altında detaylıca ele alınmıştır.

2.1.1 Arduino Nano

Arduino programlama kartı robotik faaliyetlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Nitekim Arduino kartı açık kaynak kodlu olması, eklenebilir modüller sayesinde ve kütüphanelerinin sanal ortama sunulması uygulama alanını gün geçtikçe arttırmaktadır. Arduino Nano programlama kartı prototipi yapılan robotta, yer kontrol istasyonundan gönderilen sinyallerin belirli bir algoritmadan sonra istedik tepkiler vermesi için kullanılmıştır. Arduino Nano’ya ait teknik özellikler Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Arduino Nano teknik özellikler (Arduino, 2022) (Table 2. Arduino Nano technical specifications(Arduino, 2022))

Mikrodenetleyici	Atmega328
Çalışma Gerilimi	5V
Flash Bellek	32KB
SRAM	2KB
Analog Giriş Pinleri	8
EEPROM	1 KB
Giriş/Çıkış Pinlerinin Akımı	40 mA
Giriş Gerilimi	7-12V
Dijital Giriş/Çıkış Pinleri	14 (6 tanesi PWM)
Saat Frekansı	16MHz

2.1.2 Motor Sürücüsü

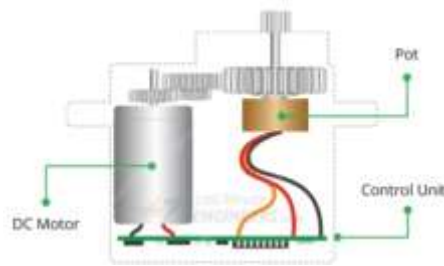
DC Motorlar ve step motorlar sürmek için tasarlanan L298N motor sürücü entegresi içinde iki adet transistörlü çift kanal tam köprü sürücü devresi bulunmaktadır. Şekil 7’de görüldüğü gibi Arduino kartı ile kullanılabilen L298N motor sürücüsü PWM hız kontrolü yapılabilmekte ve H köprülü motor sürücüsü sayesinde motorların birbirlerinden bağımsız yön kontrolü sağlanmaktadır.



Şekil 7. L298N motor sürücüsü (Figure 7. L298N motor driver)

2.1.3 Servo Motorlar

Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makineler motor denilir. Robotta kanatların açılıp kapanmasında veya yük haznesinin kapaklarının açılıp kapanmasında kullanılan servo motorlar (Şekil 8), PWM sinyaller doğrultusunda konum değiştirebilen DC motor çeşitleridir.



Şekil 8. Servo motorun yapısı (Engineers, 2020) (Figure 8. The structure of the servo motor (Engineers, 2020))

2.1.4 Video Aktarıcı

Kamera içine giren ışıklar kameradaki görüntü sensörleri tarafından analog video sinyallerine dönüştürülür. Şekil 9’da verilen video aktarıcılar (VTX) aldıkları bu video sinyallerini teknik özelliklerine bağlı olarak belirli bir kanal ve frekansta radyo dalgasına çevirmede kullanılır.



Şekil 9. Video sinyal verici (Eachine, 2022) (Figure 9. Video signal transmitter (Eachine, 2022))

Prototipi yapılan robotta kullanılan VTX, yer kontrol istasyonundaki pilota anlık görüntü aktarımını sağlamış olup teknik özellikleri Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3. TX805 Video sinyal verici (Eachine, 2022) (Table 3. TX805 Video signal transmitter (Eachine, 2022))

Frekans	5.8 GHz
Kanallar	40
Giriş Voltajı	7 V- 40 V
Kamera çıkış voltajı	5 V
Çıkış Gücü	200mW/600mW/800mW
Anten Konektörü	MMCX
Boyutları	36 mm X 22 mm X 5 mm

2.2 Hava Kontrol Ünitesi

İHA'ların yer kontrol istasyonundan gönderilen sinyalleri değerlendirebilmesini ya da yer kontrol istasyonunda uçuş öncesi belirlenen güzergahta İHA'nın stabil olarak otonom uçuşmasını sağlayan en önemli donanım uçuş kontrol kartıdır. İHA'ların kullanım alanına bağlı olarak gerek otonom gerek manuel kontrol etme imkânı olmasından dolayı Hava Kontrol Ünitesinde Pixhawk uçuş kontrol kartı kullanılmıştır.

Prototipi yapılan robotta hava kontrol ünitesi "Hava kontrol Ünite Modülü" ve "Hava Modülü" tarafından oluşmakta olup modüllerin tasarımları ve sonuçları "Sonuç ve Tartışma" başlığı altında detaylıca ele alınmıştır.

2.2.1 Pixhawk Uçuş Kontrol Kartı

Teknolojinin gelişimine bağlı olarak İHA uçuş kontrol kartları yenilenecek çeşitlenmiştir. Uçuş kontrol kartı seçiminde manuel ya da otonom kullanımının yanı sıra yazılım güncelleme imkânı, port sayısı ve desteklediği sensör çeşidi oldukça önemlidir (Şekil 10).



Şekil 10. Pixhawk kart ve bu kartın diğer harici takılabilir donanımları (Ardupilot, 2022) (Figure 10. Pixhawk card and other external pluggable hardware of this card (Ardupilot, 2022))

2.2.2 Elektronik Hız Kontrolcüsü

Şekil 11'de görülen elektronik hız kontrolcüsü (ESC) doğru akım (DC) motorlarının hız denetimlerinde kullanılır. Prototipi yapılan robotta 4 adet fırçasız DC motor kullanılmıştır. İHA'larda yaygın olarak kullanılan fırçasız DC motorlar hız denetimlerinin yapılabilmesi için zorunlu olarak kullanılması gereken bir donanımdır.



Şekil 11. Elektronik hız kontrolcüsü (Figure 11. Electronic speed controller)

2.2.3 Buzzer (Sesli uyarı)

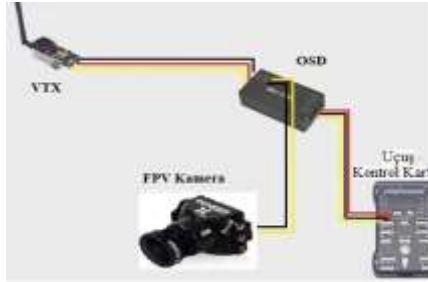
Farklı boyutlarda üretilen buzzer donanımı doğrudan uçuş kontrol kartının üzerindeki ilgili porta takılabilmektedir. Buzzer uçuş öncesi yer kontrol istasyonunda İHA'nın uçuşa hazır olup olmadığını bilgisini farklı tonlamalar yaparak bildirmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. Uçuş kontrol kartı buzzer bağlantısı (Figure 12. Flight control board buzzer connection)

2.2.4 OSD (On Screen Display)

Şekil 13'te görülen OSD, İHA'daki telemetri verilerini (Uçuş süresi, pil seviyesi, GPS sayısı, İHA'nın bulunduğu noktanın koordinatları,vb.) kameradan aldığı görüntü ile birleştirerek yer kontrol istasyonundaki pilotunun uçuş ekranına, bilgisayara veya cep telefonuna aktaran sistemdir.



Şekil 13. Pixhawk OSD bağlantısı (Figure 13. Pixhawk OSD connection)

2.2.5 Global Positioning System (GPS)

Küresel yer belirleme sistemi olarak tanımlanan GPS, İHA'ların konum ve hız bilgilerinin tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca İHA'larda kullanılan GPS modülü otonom uçuş için zorunlu ekipmandır (Şekil 14).



Şekil 14. GPS modülü (Figure 14. GPS module)

2.2.6 Güvenlik Butonu

Pixhawk uçuş kontrol kartında isteğe bağlı olarak kullanılan harici donanımdır. Hava araçlarında kullanılan güvenlik butonunun temel görevi butona basıldığında hava aracını uçuşa hazır hale gelmesini sağlamaktır. Ancak, Şekil 15'te gösterildiği gibi güvenlik anahtarının içerisinde bir adet led mevcuttur.



Şekil 15. Pixhawk güvenlik butonu bağlantısı (Figure 15. Pixhawk security button connection)

Güvenlik butonunun içerisindeki LED yanıp sönüyorsa hava aracının yer istasyonundan gelen komutlar ile hareket edebilmesi için butona basılması gerekmektedir. LED sürekli yanma haline geçerse uçuş öncesi herhangi bir problem olmayıp uçuşa hazır anlamına gelmektedir. Butona basıldığı halde LED sürekli yanma haline geçmiyor ise uçuş kontrol kartının genel ayarlarının gözden geçirilmesi gerekmektedir.

2.3 Tasarım ve Montaj

Bu bölümde prototipi gerçekleştirilen robotun montaj ve tasarım aşamaları “Kara Kontrol Ünitesi Tasarımı” ve “Hava Kontrol Ünitesi Tasarımı” başlıkları altında detaylı incelenmiştir.

2.3.1 Kara Kontrol Ünitesi Tasarımı

Prototipi gerçekleştirilen modüler yapıya sahip robot afet durumlarında enkaz altında mahsur kalan bireye temel ihtiyaç malzemelerinin ulaştırılmasında kullanılabilir. Ayrıca karanlık ortamlarda da kullanılması için LED aydınlatması yapılmıştır. Robotun farklı zeminlerde manevra kabiliyetini arttırmak için tasarlanan özel paletli modülü ile arama kurtarma ekiplerinin girmekte zorlandığı ya da giremediği yerlerde aktif kullanılabilir. Kara Kontrol Ünitesinin tasarımı “Kara Kontrol Ünite Modülü” ve “Kara Modülü” başlıkları altında detaylı anlatılmıştır.

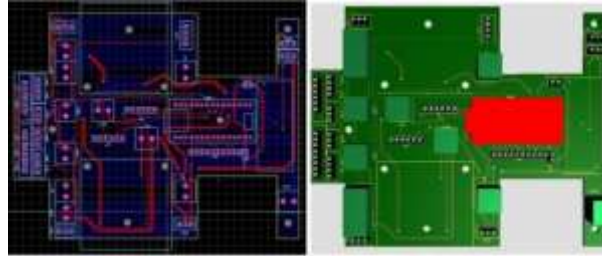
2.3.1.1 Kara Kontrol Ünite Modülü

Prototipi yapılan robotun “Kara Kontrol Ünite Modülü” yer kontrol istasyonundan gönderilen sinyaller doğrultusunda “Kara Modülü” ile birlikte çalışmasını sağlayan elektronik donanımların bulunduğu kısımdır (Şekil 16). “Kara Kontrol Ünite Modülü” nün “Kara Modülü” ile birlikte modüler olarak kullanılabilirdiği tasarım ve simülasyon çalışmaları Solid Works ortamında yapılmıştır.

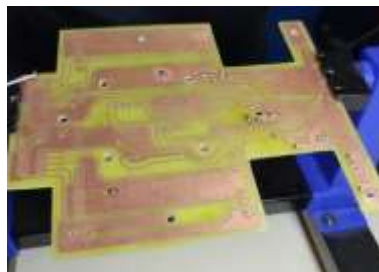


Şekil 16. Kara kontrol ünite modülü (Figure 16. Ground control unit module)

“Kara Kontrol Ünite Modülü” ünde programlama kartı olarak Arduino Nano programlama kartı kullanılmıştır. Arduino programlama kartının ve diğer elektronik bileşenlerin bağlantı ve devre tasarımı Şekil 17 ve 18’de görüldüğü gibi Proteus-İsis ortamında çizilmiştir.



Şekil 17. Kara Kontrol Ünite modülünün PCB tasarımı ve 3D görünümü (Figure 17. PCB design and 3D view of the Ground Control Unit module)



Şekil 18. Kara Kontrol Ünite modülünün devre kartı baskısı (Figure 18. Circuit board printing of the Ground Control Unit module)

2.3.1.2 Kara Modülü

Modüler yapıya sahip karadan veya havadan ilerleyebilen robotun “Kara Modülü” enkaz altındaki yaralılara veya herhangi bir sebepten mahsur kalan bireylere arama kurtarma ekipleri müdahale edene kadar yük haznesindeki (temel yaşam malzemeleri, ilk yardım malzemeleri, su, powerbank cep telefonu vb.) malzemelerin afet noktasına ulaştırılmasında kullanılmaktadır (Şekil 19). “Kara modülü”

nün ön kısmında manuel olarak kontrol edilen Gimbal ve kamera aracılığı ile anlık olarak yer kontrol istasyonuna görüntü aktarımı yapılabilmektedir. Robotun karanlık ortamlarda da aktif olarak kullanılması için ön kısmı ve yük haznesi LED ile aydınlatılmıştır.



Şekil 19. Kara modülü tasarımı (Figure 19. Ground module design)

“Kara Modülü” “Kara Kontrol Ünite Modülü” ile entegre edildiğinde enkaz altında ya da herhangi bir sebep ile mahsur kalan bireylere karadan müdahale edilmesinde kullanılmaktadır. Robot karada hareket ederken zorlu arazi şartlarına uyum sağlaması için Şekil 20’de sunulduğu gibi Solid Works ortamında özgün palet tasarımı yapılmıştır.



Şekil 20. Palet tasarımı ve montajı (Figure 20. Pallet design and assembly)

Bunun yanı sıra “Kara Modülü”, arama kurtarma ekiplerinin olaya müdahale etmesinin zor olduğu durumlarda veya kayıp bireylerin İHA tarafından gözlem yoluyla aranması gerektiğinde “Hava Kontrol Ünite” modülü ile de entegre edilebilmektedir. Örneğin; ayağı kırılmış yerinde hareket edemeyen bir bireye “Kara Modülü” ile “Hava Kontrol Modülü” entegre edilip, robot İHA konumunda iken havadan uçuş yapabilecek ve yaralının konumunu belirleyip koordinatlarını yer kontrol istasyonuna iletebilecektir. Yaralının konum koordinatları belirlendikten sonra robot karaya inecek ve kanatlarını katlayıp yaralının en yakın noktasına ulaştıktan sonra yük haznesindeki malzemeleri ulaştırabilecektir (Şekil 21).



Şekil 21. Hava kontrol modülü ile kara modülünün simülasyonu ve entegrasyonu (Figure 21. Simulation and integration of air control module and ground module)

Gerekli tasarım ve simülasyon çalışmaları Solid Works ortamında yapılmış olup, robotun havadaki uçuş görevinden karadaki görevine geçişte, havadan karaya sert inişlerde devre ekipmanlarına zarar gelmemesi için gövde kısmında TPU adı verilen esnek filament kullanılmıştır. Bunun yanı sıra esnek gövde engebeli alanlarda doğal süspansiyon görevi görerek robotun zemine daha iyi uyum sağlaması sağlamıştır.

2.3.2 Hava Kontrol Ünitesi Tasarımı

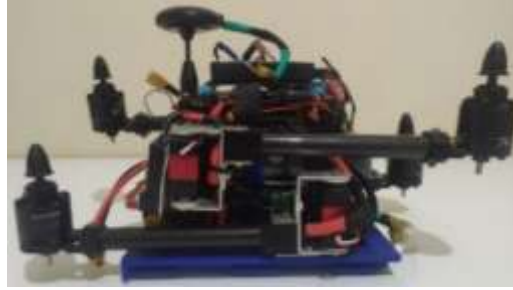
İHA’lar kanat yapıları bakımından incelendiğinde sabit kanatlı ve döner kanatlı olmak üzere ikiye ayrılır. Döner kanatlı İHA’ların motor sayıları, sabit kanatlı İHA’ya göre fazla olması döner kanatlı İHA’lara yüksek manevra kabiliyeti ve daha fazla yük taşıma kapasitesi imkânını sunmuştur. Bu açıdan değerlendirildiğinde prototipi yapılan robot döner kanatlı İHA formunda tasarlanmıştır (Şekil 22). Hava Kontrol Ünitesinin Tasarımı “Hava Kontrol Ünite Modülü” ile “Hava Modülü” başlıkları altında tasarımı detaylıca anlatılmıştır.



Şekil 22. Hava kontrol ünitesi tasarımı (Figure 22. Air handling unit design)

2.3.2.1 Hava Kontrol Ünite Modülü

“Hava Kontrol Ünite Modülü” modüler yapıya sahip robotun havadan gözlem yapması veya havadan aşağıya malzeme bırakması görevlerinde kullanılabilir. Bunun yanı sıra bu modül “Kara Modülü” ile birlikte entegre olup havadan giderken karaya inip karada kanatlarını katlayıp yaralının en yakın noktasına gitme gibi görevlerde de kullanılabilir. Dolayısıyla hem hava görevlerinde hem de kara görevlerinde kullanılabilir. İçerisinde İHA için gerekli olan elektronik donanımın yanı sıra robotun karada hareket etmesi için gerekli elektronik donanımı da bulunduran modüldür. Bunun yanı sıra Solid Works ortamında tasarlanan bu modül karada giderken kanatların katlanmasını sağlayan servo motor mekanizmasını içinde barındırmaktadır (Şekil 23).



Şekil 23. Hava kontrol ünitesi modülü (Figure 23. Air handling unit module)

“Hava Kontrol Ünite Modülü” İHA konumunda iken gözlem yapması gerektiğinde yer kontrol istasyonundan belirlenen güzergâhta otonom uçuşu veya manuel uçuşu gerekebileceğinden Pixhawk uçuş kontrol kartı ve harici diğer donanımları tercih edilmiştir.

2.3.2.2 Hava Modülü

Prototipini yapılan modüler yapıya sahip robot; gerek doğal afetlerde gerek kayıp olaylarında, vakanın durumuna göre tasarlanan modülleri birleştirilerek farklı amaçlarda kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır. “Hava Modülü” robotun sadece İHA olarak kullanılabilir ve sadece “Hava Kontrol Ünite Modülü” ile kullanılabilir bir modüldür. “Hava Modülü” nün üzerine yerleştirilen bir servo motor aracılığı ile yer kontrol istasyonundaki pilot tarafından ya da otonom şekilde yukarıdan aşağıya malzeme bırakılabilir. Bunun yanı sıra Şekil 24’te görüldüğü gibi Solid Works ortamında tasarlanan özgün tek eksen gimbal sayesinde farklı açılardan yer kontrol istasyonuna görüntü aktarımı da sağlanabilir.



Şekil 24. Hava modülü (Figure 24. Air module)

3. Sonuç ve Tartışma

Her bir amaca uygun bir robot kullanmak yerine bir robotun birden fazla amaca uygun olarak şekillendirilmesi maliyetleri düşürecek ve afet durumlarında arama kurtarma ekiplerinin olaylara müdahalelerini hızlandıracaktır. Bu açıdan değerlendirildiğinde modüler yapıya sahip robotun birbirlerine entegre edilebilen modülleri aracılığı ile hem karadan hem havadan olaylara müdahale edilerek yaralıların hayatta kalma ihtimalleri arttırılacaktır. Bu bağlamda robotun üzerinde birçok elektronik donanımın yanı sıra mekanik tasarımda gerekmektedir. Robotun test aşamasında oluşabilecek riskleri minimuma indirmek için tasarım ve simülasyon çalışmaları Solid Works ortamında gerçekleştirilmiştir. Yapılan simülasyon çalışmalarının başarılı sonuçlar vermesinden sonra 3B baskı teknolojisini kullanarak gerekli baskı alma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Robotun gerekli montaj ve kalibrasyon işlemleri sonrası birçok uçuş testi yapılmış büyük ve küçük çapta kırımlar yaşanmış, yatay eksende hareket eden kanatların uçuşu nasıl etkilediği, otonom uçuş, uçuş modları, kara aracı gövde tasarımının uçuşa etkisi gibi birçok açıdan bilgiler edinilmiştir.

Robotun uçuş testleri aşamasında RC kumanda alıcısı Arduino entegrasyonu başarılı olmasına bağlı olarak:

Robotun karada hareketi esnasında kanatların istenilen açıda hareketi sağlanmıştır. Ayrıca robot karada hareket ederken yük taşıma haznesinin ve kapaklarının kontrolü yapılmış olup başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Kara aracının hareket manevra kabiliyetinin de testleri yapılmış olup başarılı sonuçlar alınmıştır.

Robotun Pixhawk uçuş kontrol kartı ile yapılan testlerinde manuel-otonom kontrollü uçuşlar gerçekleştirilmiştir. Uçuş esnasında yer kontrol istasyonundan belirlenen GPS koordinatlarında otonom-manuel uçuşları ve uçuş esnasında görüntü aktarımının başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

4. Sonuç

Yapılan literatür taramasında modüler yapıya sahip hem karada hem havada ilerleyebilen kanatları hareketli robot tespit edilememiştir. Prototipi gerçekleştirilen robot 4 modülden oluşmaktadır (Şekil 25). Afetin veya vakanın durum ve şekline göre gerekli modüller takılarak arama kurtarma yetkililerinin olaylara müdahale hızlarının artırılması, can ve mal kayıplarının azaltılması hedeflenmiştir. Tasarlanan robot takılan modüller aracılığı ile insanların girmekte zorlandığı ya da girmesinin tehlikeli olduğu yerlere girerek yaralılara yük haznesindeki malzemeleri ulaştırabilmektedir. Bunun yanı sıra takılan modüller ile havada gözlem yapıp vaka tespit edildikten sonra karaya inip kanatlarını katlayıp yaralının en yakın noktasına ulaşabilmektedir. Ayrıca takılan farklı modüller ile havadan gözlem yapıp tespit edilen yere veya afetzedeye yukarıdan aşağıya gerekli olan malzeme iletimi gerçekleştirilebilmiştir.



Şekil 25. Modüler yapıya sahip robotun tüm modülleri (Figure 25. All modules of the robot with modular structure)

Prototipi gerçekleştirilen robotun yağışlı hava şartlarına karşı uyum sağlayabilmesi için robotun elektronik kısmının açıkta kalan bölümlerinin kapatılması uçuş ve kullanım güvenliğini arttıracaktır. Ancak bu kapatma işlemi “Kara Modülü” ile “Hava Kontrol Ünite Modülü” entegre edildiğinde 4285 gram, “Hava Kontrol Ünite Modülü” ile “Hava Modülü” entegre edildiğinde 2750 gram olan mevcut ağırlıklara ekstra yük getirecektir. Bunun sonucunda uçuş ve kullanım süresi azalacaktır. Robotun normal hava şartlarında “Hava Kontrol Ünite Modülü” ile “Hava Modülü” entegre edildiğinde 14 dakika, “Hava Kontrol Ünite Modülü” ile “Kara Modülü” entegre edildiğinde 9 dakika ve “Kara Kontrol Ünite Modülü” ile “Kara Modülü” entegre edildiğinde 28 dakika kullanımı test edilmiştir.

Çalışmanın “Gereç ve Yöntemler” bölümünde detaylı bahsedilen “Tasarım ve Montaj” kısmı çalışmanın en fazla vakit alan, maliyet yükü getiren kısmı olduğu görülmüş olup farklı alanlarda uzmanlık gerektiren bir ekip ile çalışmanın yapılması gerektiği tespit edilmiştir. İlk örneği yapılan bu robotun başta arama-kurtarma operasyonları olmak üzere sıvı yalıtımı ve ağırlığı hafifletilip geliştirildiğinde birçok alanda etkin kullanımının mümkün olduğu değerlendirilmektedir.

Kaynakça

- Afad.(2019).DoğalAfetler.Erişim:https://www.afad.gov.tr/afadem/dogal-afetler, (Erişim Tarihi: 22.07.2021).
- Aksoy, R., & Kurnaz, S. (2009). İnsansız Kara Araçları ve Muharebe Gereksinimleri. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 4(1), 1–10.
- Akgül, M., Yurtseven, H., Demir, M., Akay, A. E., Gülci, S., & Öztürk, T. (2016). İnsansız Hava Araçları İle Yüksek Hassasiyette Sayısal Yükseklik Modeli Üretimi Ve Ormancılıkta Kullanım Olanakları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66(1). doi:10.17099/jffiu.23976
- Arduino.(2020).ArduinoNano.Erişim:https://store.arduino.cc/products/arduino-nano , (Erişim Tarihi: 28.05.2022).
- Ardupilot. (2022). Advanced Pixhawk Quadcopter Wiring Char. Erişim:https://ardupilot.org/copter/docs/advanced-pixhawk-quadcopter-wiring-chart.html, (Erişim Tarihi: 12.05.2022).
- Bayrakçeken, M. K. (2013). *Dikine İniş Kalkış Yapabilen Dört Rotorlu Hava Aracının (Quadrotor) Uçuş Kontrolü*. Yüksek Lisans Tezi,Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü, Eskişehir.

- Değirmen, S., Çavdur, F., & Sebatlı, A. (2018). Afet Operasyonlar Yönetiminde İnsansız Hava Araçlarının Kullanımı: Gözetleme Operasyonları İçin Rota Planlama. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 23(4), 11–26. doi:10.17482/uumfd.455146
- Eachine(2020).EachineTX805.Erişim:https://www.eachine.com/Eachine-TX805-5_8G-40CH-25-or-200-or-600-or-800mW-FPV-Transmitter-TX-LED-Display-Support-OSD-or-Pitmode-or-Smart-Audio-RP-SMA-Female-p-1234.html, (Erişim Tarihi: 7.05.2022).
- Engineers.(2020). DC Motor Driver Module with Arduino Erişim: https://lastminuteengineers.com/servo-motor-arduino-tutorial, (Erişim Tarihi: 14.03.2022).
- Galindo, G., & Batta, R. (2013). Review of Recent Developments in OR/MS Research in Disaster Operations Management. *European Journal of Operational Research*, 230(2), 201–211. doi:10.1016/j.ejor.2013.01.039
- Grogan, S., Pellerin, R., & Gamache, M. (2018). The Use of Unmanned Aerial Vehicles by Urban Search and Rescue Groups. *Drones - Applications*, September. doi:10.5772/intechopen.73320
- Karaağaç, C. (2020). 21 . Yüzyıl da Sivil ve Ticari İHA. *Journal of National Security and Military Sciences*, 1(3), 181–211.
- Mirowski, P., Ho, T. K., Yi, S., & MacDonald, M. (2013). SignalSLAM: Simultaneous Localization and Mapping with Mixed WiFi, Bluetooth, LTE and Magnetic signals. *2013 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation, IPIN 2013*. doi:10.1109/IPIN.2013.6817853
- Rabta, B., Wankmüller, C., & Reiner, G. (2018). A Drone Fleet Model For Last-Mile Distribution in Disaster Relief Operations. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 107–112. doi:10.1016/j.ijdr.2018.02.020
- Selamoğlu, A. (2014). *Güneş Enerjili Bir İnsansız Hava Aracının Kavramsal Tasarımı*. Gazi Üniversitesi.