



**BİLECİK
ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**HASAR
(HAVA SALDIRI ROBOTU)**

**Mert DEMİR
Yüksek Lisans Tezi**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Salim CEYHAN**

**BİLECİK, 2019
Ref. No: 10285621**



BİLECİK ŞEYH EDEBALI
ÜNİVERSİTESİ

**BİLECİK
ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**HASAR
(HAVA SALDIRI ROBOTU)**

**Mert DEMİR
Yüksek Lisans Tezi**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Salim CEYHAN**

BİLECİK, 2019



BİLECİK ŞEYH EDEBALI
ÜNİVERSİTESİ

**BİLECİK
ŞEYH EDEBALI UNIVERSITY**

**Graduate School of Sciences
Department of Computer Engineering**

**HASAR
(AIR ATTACK ROBOT)**

**Mert DEMİR
Master's Thesis**

**Thesis Advisor
Asst. Prof. Dr. Salim CEYHAN**

BİLECİK, 2019



BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS
JÜRİ ONAY FORMU

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 08/08/2019 tarih ve 44-02 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 23/08/2019 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Mert DEMİR'in "HASAR(HAVA SALDIRI ROBOTU)" başlıklı tez çalışması Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI) : Dr.Öğr.Üyesi Salim CEYHAN

ÜYE : Doç.Dr. Uğur YÜZGEÇ

ÜYE : Dr.Öğr.Üyesi Emre GÜNGÖR

ONAY

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun
...../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/ MÜHÜR

TEŞEKKÜR

Tezimi hazırlarken bilgisi ve tavsiyeleriyle beni yönlendiren sayın Dr. Öğr. Üyesi Salim CEYHAN' a ve destekleriyle yanımda olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

BEYANNAME

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada, tez içindeki tüm verileri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun olarak sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu Üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmada kullanılmadığını beyan ederim.

...../...../ 2019

Mert DEMİR

HASAR (HAVA SALDIRI ROBOTU)

ÖZET

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte otonom ve akıllı sistemler hayatımıza girmeye başlamıştır. Artan güvenlik ve savunma sanayi ihtiyacı bu yeni teknolojik sistemlerin bu alanda da gelişmesini sağlamıştır. Bu sayede insan hayatını tehlikeye atabilecek görevlerde bilgileri kendi kendine yorumlayan, kararlar alıp yürüten sistemler görev alacaktır. İlerleyen yıllarda bu tür sistemlere diğer ülkelerin de sahip olacağı düşünülrse bu konuda yeni rekabet ortamlarının doğacağı kesindir. Bu çalışmada ülkemizin güvenlik, istihbarat ve savunma sanayisi alanlarında çok sayıda görevi tek başına yürütecek, yüksek hız ve manevra kabiliyetine sahip, üzerinde faydalı yük ve silah sistemi taşıyabilecek bir mini hava robotunun gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Maliyeti düşük ve boyutları küçük tutulan bu robot, yürüteceği görevlere göre farklı donanımlarla donatılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İnsansız Sistemler; Drone; Yapay Zekâ; Savunma Sistemleri; Askeri Robot;

HASAR (AIR ATTACK ROBOT)

ABSTRACT

With the development of technology, autonomous and intelligent systems began to enter our lives. The need for increased security and defense industry has led to the development of these new technological systems in this field. In this way, self-interpreting tasks that may endanger human life, the decision-making systems will be tasked. In this study, it is aimed to carry out a large number of tasks in the security, intelligence and defense industry of our country alone, to realize artificial intelligence software, high speed and maneuverability, and an air robot capable of carrying a load and weapon system. This robot, which is low in cost and small in size, can be equipped with different equipment according to its tasks.

Key Words: Unmanned Systems; Drone; Artificial Intelligence; Defense Systems; Military Robot;

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEŞEKKÜR	
BEYANNAME	
ÖZET.....	I
ABSTRACT	II
ŞEKİLLER DİZİNİ	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR	V
1. GİRİŞ	1
2. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI	2
2.1. Sabit kanat hava araçları	2
2.2. Döner kanat hava araçları	3
3. HASAR(HAVA SALDIRI ROBOTU)	6
3.1. Mekanik Tasarım	6
3.2. Elektronik Sistem.....	9
3.2.1. SP Racing F3 Deluxe uçuş kontrol kartı	12
3.2.2. Mini roket ateşleme kartı	13
3.3. Yazılım Tasarımı.....	14
4. SONUÇLAR.....	13
KAYNAKLAR	15
ÖZ GEÇMİŞ.....	

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Sabit kanat hava aracı.....	2
Şekil 2.2. Sabit kanat araçlarda kanatların önemi	3
Şekil 2.3. Yük ve insan taşımacılığında kullanılan Rus Antonov kargo uçağı	3
Şekil 2.4. Döner kanat hava aracı modelleri	5
Şekil 2.5. Yük ve asker taşımacılığında kullanılan Chinook helikopter(üstte) ve gözlem amacıyla kullanılan Phantom multikopter(altta)	6
Şekil 3.1. Solidworks programında çizilen HASAR' ın aerodinamik tasarımı	8
Şekil 3.2. HASAR' ın oynar eksenli(tilt-rotor) pervane sistemi.....	8
Şekil 3.3. HASAR' ın klasik dronelere göre uçuş karşılaştırması	9
Şekil 3.4. HASAR' ın üstten görünümü	11
Şekil 3.5. HASAR sistem diyagramı	14
Şekil 3.6. SP Racing F3 Uçuş kontrol kartı	15
Şekil 3.7. HASAR roket ateşleme sistemi	16
Şekil 3.8. Roket ateşleme sistemi devre tasarımı	17
Şekil 3.9. HASAR kontrol programı	18
Şekil 3.10. HASAR kontrol programı detaylı gösterim	20
Şekil 3.11. Öğretilen nesnenin tanımlanması	21
Şekil 3.12. HASAR programında hareket algılama yazılımı	21
Şekil 3.13. Okul bahçesinde oynayan öğrencilerin hareket yazılımı ile tespit edilmesi	22
Şekil 3.14. HASAR Dost-Düşman ayrımı yaparken	23
Şekil 4.1. HASAR ilk prototip	25
Şekil 4.2. HASAR filosunun örnek gösterimi	26

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

HASAR	: Hava Saldırı Robotu
PWM	: Pulse Width Modulation
ARM	: Acorn RISC Machine
RISC	: Reduced Instruction Set Computing
USB	: Universal Serial Bus
UART	: Universal Asynchronous Receiver-Transmitter
I2C	: Inter-Integrated Circuit

1.GİRİŞ

Günümüzde savunma sanayisinde oluşan ihtiyaçlar sürekli gelişen teknolojiler ile karşılanmaktadır. Teknolojik alanda sürekli yatırım yapan ülkeler ve kurumlar gelecekte savunma sanayisi ve askeri alanlarda insanların yerini alacak sistemler üzerinde çalışmakta ve bu alanda sürekli yatırımlar yapmaktadır. Geçmiş yıllarda içinde personelin olduğu veya uzaktan kontrol edilen platformlar yapılsa da teknolojinin gelişmesi ile ortaya çıkan yeni kompozit malzemeler, elektronik bileşenler ve yazılımlar bu platformların da yeni ihtiyaçlara göre değişmesine hatta gelişmesine katkı sağlamıştır. Özellikle yazılım alanındaki gelişmeler, yapay zekâ, makine öğrenmesi, görüntü işleme teknikleri bu sistemlerin otonom yapıya kavuşmasına ve insandan bağımsız görev yürütebilecek seviyeye ulaşmasına katkı sağlamıştır. Ortaya çıkan yeni ihtiyaçlar ilgili alanda teknolojik araştırmaların yapılmasını teşvik etmekte ve teknoloji ile yeni ihtiyaçların bir döngü halinde birbirini desteklediği teknolojik gelişme ortamının oluşmasını sağlamaktadır.

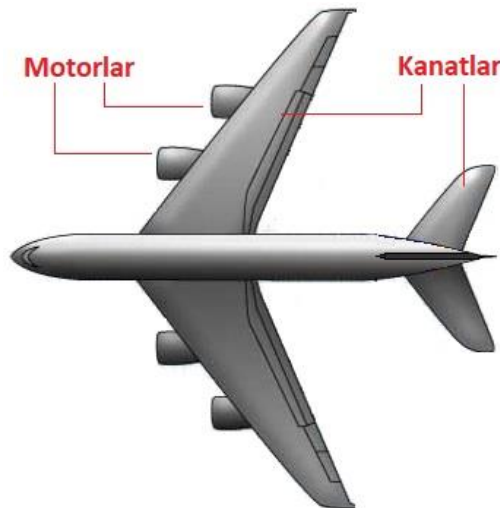
İnsansız sistemler ilk kez ortaya çıktığında keşif-gözetleme görevleri için kullanılırken günümüzde doğal afetler, eğitim, sağlık, askeri uygulamalar başta olmak üzere birçok alanda sıkça kullanılan güvenilir ve ucuz sistemler olmuşlardır. Teknolojik gelişmeler ile avuç içine sığacak boyutlara kadar küçültülebilen sistemler yapılabilmektedir.

2. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI

Gözetleme, istihbarat toplama gibi alanlarda sıklıkla kullanılan insansız hava araçları, başta iletişim ve görüntüleme cihazları olmak üzere çeşitli elektronik gelişmeler sonucu ortaya çıkmış yeni bir teknoloji platformudur. Bu platformlar genel olarak iki kategoriden oluşmaktadır: Sabit kanatlı araçlar ve döner-kanatlı araçlar.

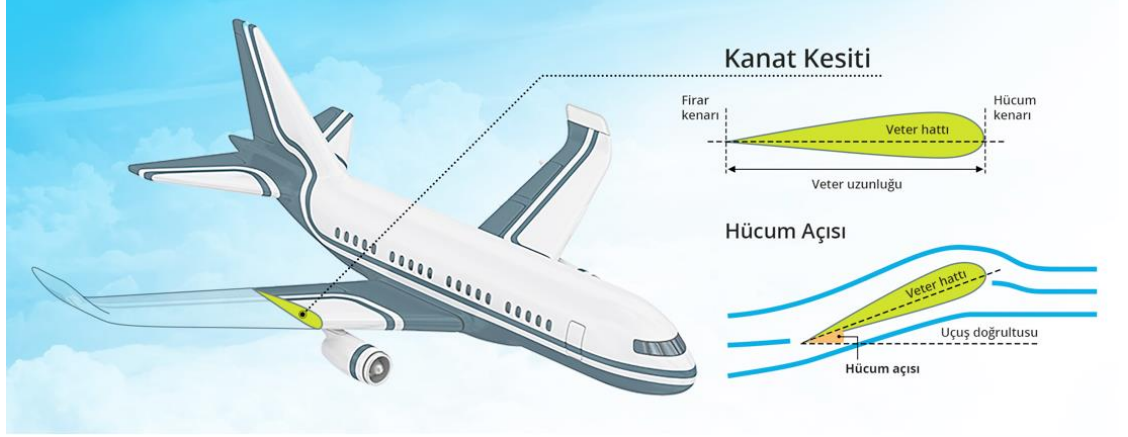
2.1. Sabit Kanat Hava Araçları

Sabit kanatlı hava araçları tasarımını uçaklardan alan ve kaldırma kuvvetini sağlayan iki veya daha fazla kanat yapısından oluşan aerodinamik tasarıma sahip araçlardır (Url1, 14.07.2019). Uçuş esnasında ani hareket yapamamakla birlikte genel olarak belirli bir güzergâhta hareket edebilmektedirler. Sabit kanatlı modeller ihtiyaca ve yürütecekleri görevin türüne göre çeşitli boyutlarda üretilebilmekte ve tasarımları da buna göre şekillenmektedir. Küçük tasarımlı modellerde elektrik enerjisi ile çalışan elektrik motorları, daha büyük modellerde ise daha fazla güç üreten ve yakıtla çalışan içten yanmalı motorlar ile tahrikleri sağlanmaktadır (Şekil 2.1). Kaldırma kuvvetinin önemli bir kısmını sabit kanatlarından alan bu araçların uçuş süreleri ve menzilleri daha fazladır. Ancak uçuş için gerekli olan ilk hareketi sağlamak için bir piste ihtiyaç duymaktadırlar (Yanguo ve Huanjin, 2009: 251). Bununla birlikte hem sabit kanat hem döner kanat melez tasarımlar da mevcuttur (Escareno, 2008: 3476).



Şekil 2.1. Sabit kanat hava aracı.

Sabit kanatlı hava araçları hareketlerini sağlamak için aracın önünden arkasına hava itkisi sağlayan motorlara ihtiyaç duymaktadırlar (Yüksel, 2013: 4). Bu itki sayesinde hava aracı düz bir istikamette ilerleyerek sahip olduğu kanatlarının yüzeyine temas eden hava akımının sağladığı kaldırma kuvveti ile uçmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 1.2. Sabit kanat araçlarda kanatların önemi.

Günümüzde sabit kanatlı hava araçları yolcu ve yük taşımacılığında, askeri ve araştırmalarda kullanılmaktadır (Şekil 2.3).



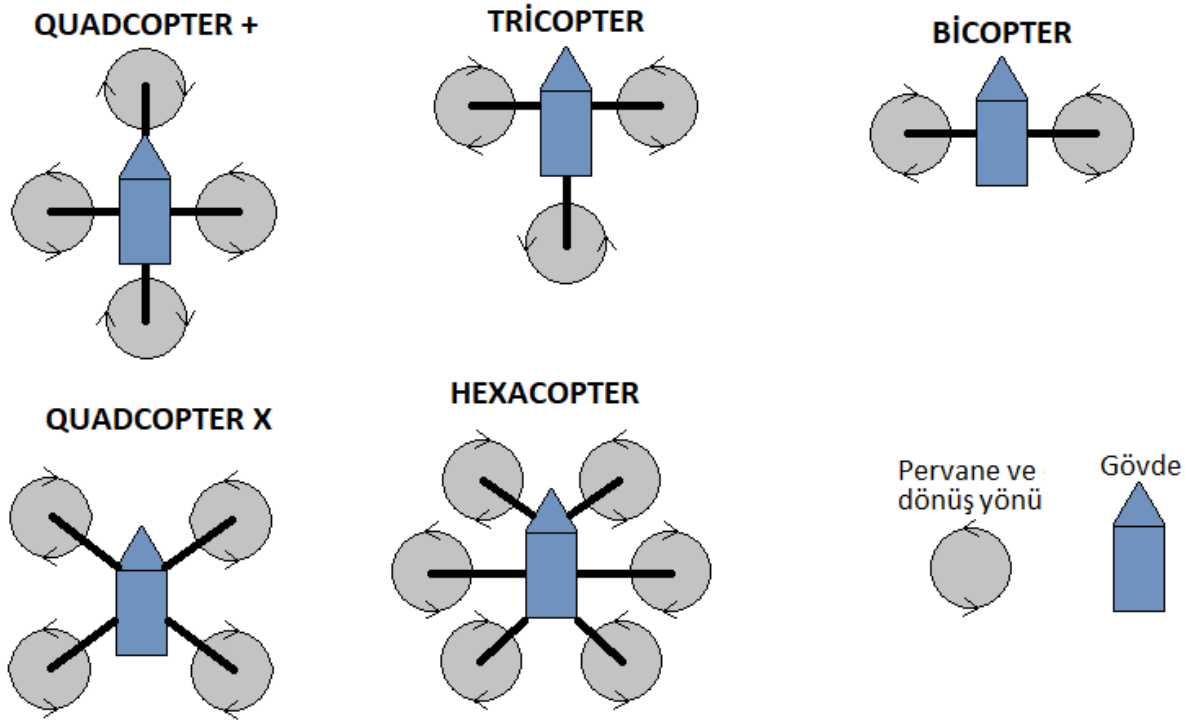
Şekil 2.2. Yük ve insan taşımacılığında kullanılan Rus Antonov kargo uçağı.

2.2. Döner Kanatlı Hava Araçları

Döner kanatlı hava araçları günümüz helikopter araçlarının daha gelişmiş modelidir (Url2, 14.07.2019). Kaldırma kuvvetini oluşturmak için gövdeye sabit kanat donanımları yerine döndürme kuvvetini motordan alan pervaneler ile sağlanmaktadır (Albayrak ve Arısoy, 2013: 2). Hava aracının yürüteceği göreve ve ihtiyaçlara göre pervane sayıları ve model üzerindeki konumları değişkenlik göstermektedir (Şekil 2.4).

Helikopterlerde bu nedenden dolayı kaldırma kuvvetini sağlayan bir adet ana rotor bulunsa da iki adet pervaneye sahip helikopter modelleri de yapılabilmektedir (Url3, 14.07.2019). Büyük boyutlu döner kanat modellerde mekanik karmaşıklıkla dolaylı olarak pervane sayıları sınırlı olmaktadır. Daha küçük döner kanatlı modellerde enerji kaynağı olarak elektrikle çalışan elektrik motorları kullanılmakta ve bu sayede karmaşık tasarımlar yerine basit ve hafif modeller gerçekleştirilebilmektedir (Pounds, 2007: 15). Aynı zamanda tasarıma ve ihtiyaca göre pervane sayısını belirlemek daha kolay olmaktadır.

Döner kanatlı modellerin en büyük avantajları uçuş sırasında ani yön değişikliklerini yapabilmesi ve sabit bir rotaya bağlı kalmadan agresif uçuşlar gerçekleştirebilmeleridir (Bayrakçeken, 2013: 6). Bu özellik ile sabit kanatlı modellere göre daha çeşitli uçuş görevlerinde kullanılabilmektedirler.



Şekil 2.3. Döner kanat hava aracı modelleri.

Döner kanatlı hava araçları günümüzde helikopter modellerinde insan ve yük taşımacılığında kullanılırken daha küçük modellerde ise istihbarat ve görüntüleme amaçlı kullanılmaktadır (Ceylan, 2018: 63). Günümüzde bu modeller üzerinde çok çeşitli tasarımlar ve kullanılan farklı platformlar bulunmaktadır.(Şekil 2.5).



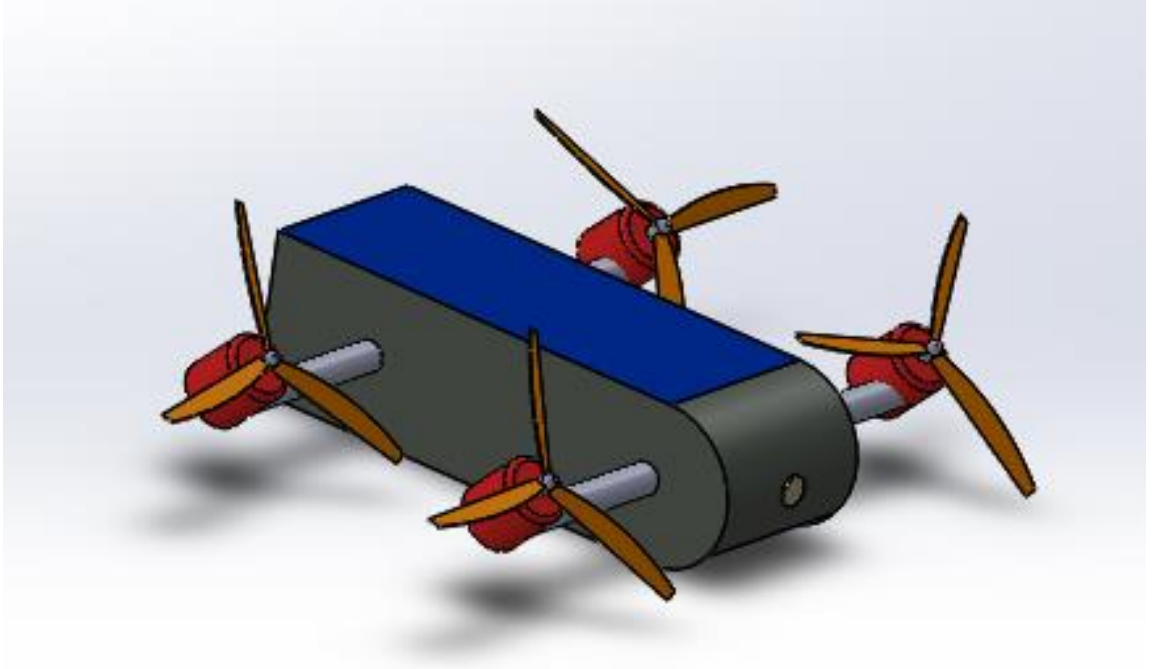
Şekil 2.4. Chinook helikopter(üstte) ve Phantom multikopter(altta).

3. HASAR(HAVA SALDIRI ROBOTU)

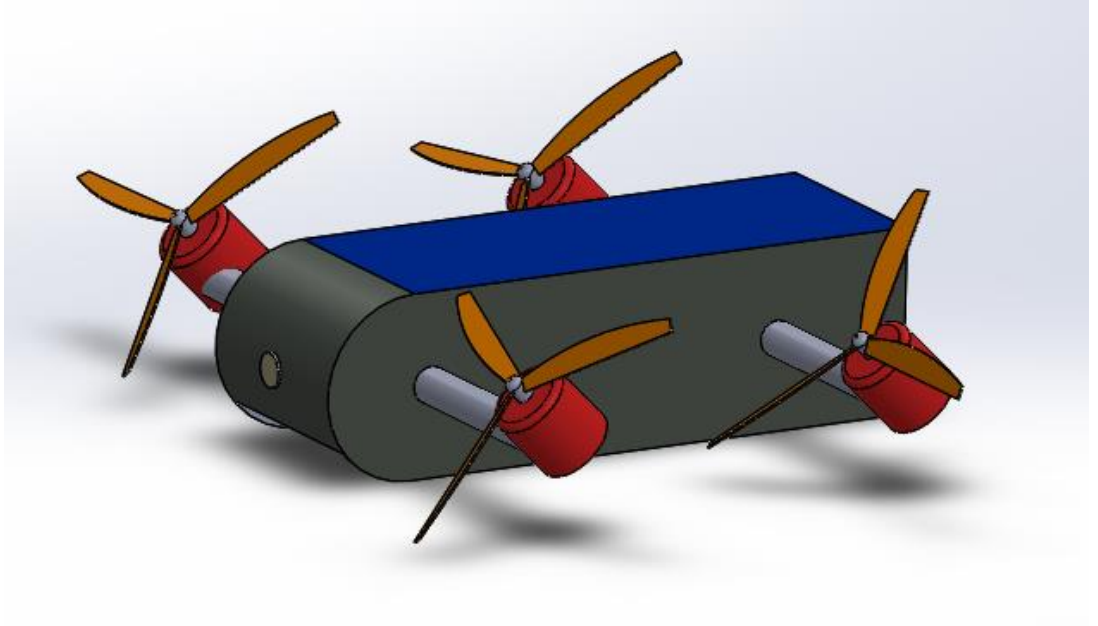
HASAR(Hava Saldırı Robotu), günümüz hava araçlarında istenen özelliklere sahip olacak, günümüzdeki teknolojik yenilikleri üzerinde toplayacak ve gelecekte de yeni üretilecek gelişmeler ile en az maliyet ve kısa zaman aralığında yeni ekipmanlarla güncellemesi yapılacak şekilde tasarlanmıştır. Sınır güvenliği sağlama, keşif-gözlem, istihbarat toplama, olası hedefe saldırı, saha karakolu ve lojistik destek gibi çeşitli görevleri sahip olduğu özelliklerle aynı anda gerçekleştirecek şekilde üretilmiştir.

3.1. Mekanik Tasarım

Döner-kanatlı hava aracı kategorisinde olan HASAR' ın uzun süreli uçuş görevleri gerçekleştirmesi için gövdesinin hafif ve dayanıklı karbon fiber malzeme ile üretilmesine karar verilmiştir (Url4, 14.07.2019). HASAR sıradan bir döner-kanatlı model tasarımından farklı olarak sabit kanat modellerin avantajlarını üstünde toplayacak şekilde Solidworks programında tasarımı yapılmıştır (Url5, 14.07.2019 ve Url6, 14.07.2019). HASAR' ın ilk protipi üretilmeden önce olası tasarım ve imalat hatalarının önüne geçmek için 3 boyutlu tasarım ve simülasyon programı olan Solidworks ile çok sayıda farklı modeller tasarlanmıştır. Yüksek hızlara çıkmak, oynar eksenli pervane yapısı, küçük boyut ve imalat kolaylığı göz önüne alınarak tasarımın ana taslağı oluşturulmuştur. Aynı zamanda yüksek hızlarda uçuş gerçekleştirmesi için gövde tasarımının aerodinamik şekilde olmasına dikkat edilmiştir(Şekil 3.1). Bu kapsamda modelin sabit-kanatlı ve döner-kanatlı modellerin bir melezi olan “tilt-rotor” olmasına karar verilmiştir (Şekil 3.2) (Url7, 14.07.2019).

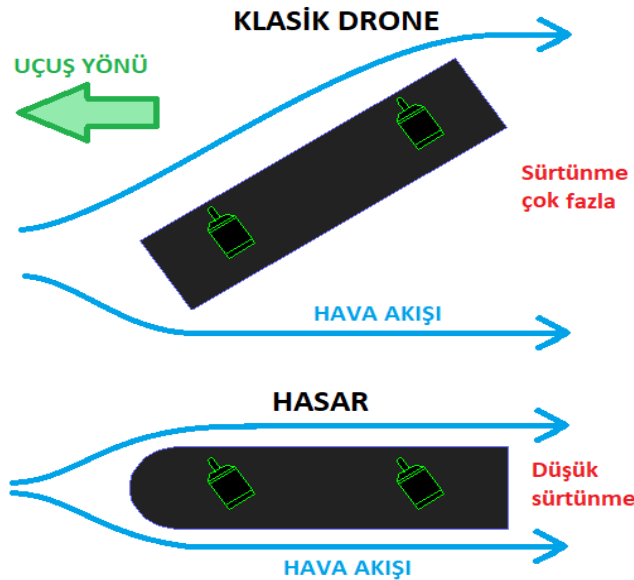


Şekil 3.1. Solidworks programında çizilen HASAR' ın aerodinamik tasarımı.



Şekil 3.2. HASAR' ın oynar eksenli(tilt-rotor) pervane sistemi.

Yüksek hızlı ve uzun menzil gerektiren görevlerde sabit kanat modelini oluşturma için pervane açıları değiştirilebilmektedir. Bu şekilde oynar eksenli pervane tasarımına sahip olması ile hem sabit kanat hem de döner kanat modellerin avantajlarına sahip olmaktadır. Multicopter çeşitlerinden quadcopter sınıfına giren, dört adet elektrik motorlarıyla çalışan ve oynar eksenli pervaneden oluşan HASAR, uçuş sırasında yüksek hız veya uzun menzilli uçuş gerektiren görevlerde oynar eksenli pervaneleri ileri doğru yatarak gövde açısı değiştirilmeden modelin ileri doğru gitmesi sağlanmaktadır. Benzer şekilde pervaneler geriye yattığında aracın geri gitmesi sağlanmaktadır. Aerodinamik gövde tasarımı sayesinde sabit kanat modellerin tasarım avantajından yararlanarak modelin sabit kanat modellerini taklit ederek uçuşu gerçekleştirilmektedir (Şekil 3.3). Oynar eksenli donanımın en önemli avantajlarından biri de mühimmat ateşlemesi sırasında oluşan geri tepmeleri sönmülemektir. Bunun yanında havadan yer hedefine ateş edilmek istendiğinde aracın havada asılı kalarak yere hedef alması yine oynar eksenli donanımın getirdiği bir diğer avantajdır. Klasik multikopterlerde aracın havadaki açısı değiştirildiğinde aracın eğildiği yöne doğru hareket gerçekleşmektedir. Multikopterlerin havada seyretmesini sağlayan bu yöntemdir. Ancak oynar eksenli HASAR pervane açılarını değiştirdiğinde gövde açısı değişse bile havadaki konumunu koruyarak hedefe doğru nişan alması gerçekleştirilmektedir.



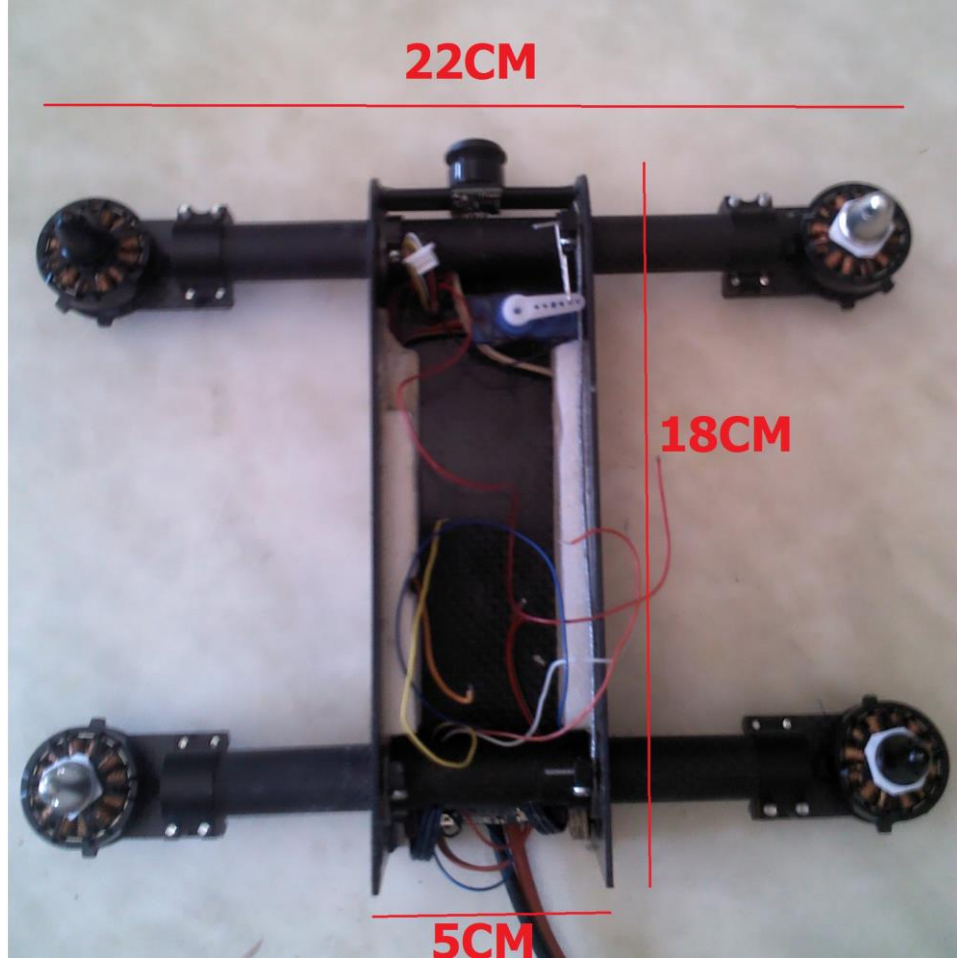
Şekil 3.3. HASAR' ın klasik dronelere göre uçuş karşılaştırması.

Hava araçlarındaki en önemli unsurlardan biri aracın düşük ağırlıkta üretilmesi olduğundan dolayı HASAR' ın gövde parçalarının karbon fiber malzemelerden üretilmesi hedeflenmiştir. Hafif karbon fiber malzemelerin diğer bir avantajı da darbe ve titreşimlere oldukça dayanıklı olmasıdır. Karbon fiber malzemedan üretilen ve aerodinamik tasarıma sahip olan HASAR' ın gövdesinde batarya, elektronik uçuş bileşenleri ve görevin çeşitliliğine göre taşınacak faydalı yükler için bölümler bulunmaktadır. Gövdenin hafifliği ve gövde tasarım şeklinden dolayı acil durumlarda su üstüne iniş yapma kabiliyetine sahip olmuştur. Araca yüklenebilecek faydalı yük olarak bir noktadan farklı bir noktaya taşınması gereken basit bir lojistik yük olabileceği gibi yürütülecek göreve göre araca monte edilmiş bir silah sistemi de olabilmektedir. HASAR' a monte edilebilecek silah donanımları havadan bırakılan bomba, 9mm mermi, patlayıcı başlıklı küçük roketler ve elektronik harp sistemi olabilmektedir. Mühimmat kontrolü uçuş kontrolcüsü SP Racing F3 ile sağlanmaktadır (Url8, 14.07.2019).

HASAR Silah Donanımları:

- 9mm mermi – 30 adet
- Bomba – Toplamda 700gr ağırlığa kadar
- Patlayıcı başlıklı mini roket – 30 adet
- Elektronik harp donanımı

Tasarımı yapıldıktan sonra ilk prototipi yapılan HASAR' ın boş gövde ağırlığı 350gr olmuştur. Gövde genişliği 5cm, gövde yüksekliği 4.5cm olan HASAR muadillerine göre daha küçük gövdeye sahiptir. Pervane motorları arasındaki uzaklık 22cm ve gövde uzunluğu 18cm olması sayesinde düşük hava direnci ve uçuş performansının yüksek olması sağlanmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. HASAR' ın üstten görünümü.

3.2. Elektronik Tasarım

HASAR, tek kullanıcı tarafından kontrol edilecek şekilde tasarlanırsa da karmaşık görevlerde birden fazla kullanıcı tarafından da kontrol edilebilmektedir. Bu durumda iş yükünü paylaşmak için aracın uçuşunu kontrol eden ve uçuş görevlerini yürüten kullanıcılar görev alabilmektedir. Aracın elektronik donanımları bu iş yükünü destekleyecek şekilde uçuş kontrol bilgisayarı ile entegre edilmiştir. Uçuş bilgisayarı aracın yürüteceği görevin türüne bağlı olarak kullanacağı silah sistemini de kontrol etmektedir. Bununla birlikte araçta bulunan sensörler ve gps modülden gelen veriler kullanıcının bilgisayarına aktararak araç ile ilgili anlık bilgilere ve konum bilgilerine ulaşılabilir. Kullanıcı bilgisayarı ile güvenli bir şekilde haberleşmek için kullanılan iletişim cihazları veri şifreleme yöntemleriyle verileri göndermektedir. Verilerin gönderilmesinden önce iki cihazın birbirini tanımladığı özel bir anahtar verisi gönderilmektedir. Anahtar verisini alan cihaz verinin yabancı bir cihazdan gelmediği

anlamakta ve bu sayede karşı cihaz ile iletişime geçmekte ve gelen veriyi kabul etmektedir. Bu sayede uçuş ve görev güvenliğinin sağlanması gerçekleştirilmiştir.

Şifrelenmiş veri formatı:

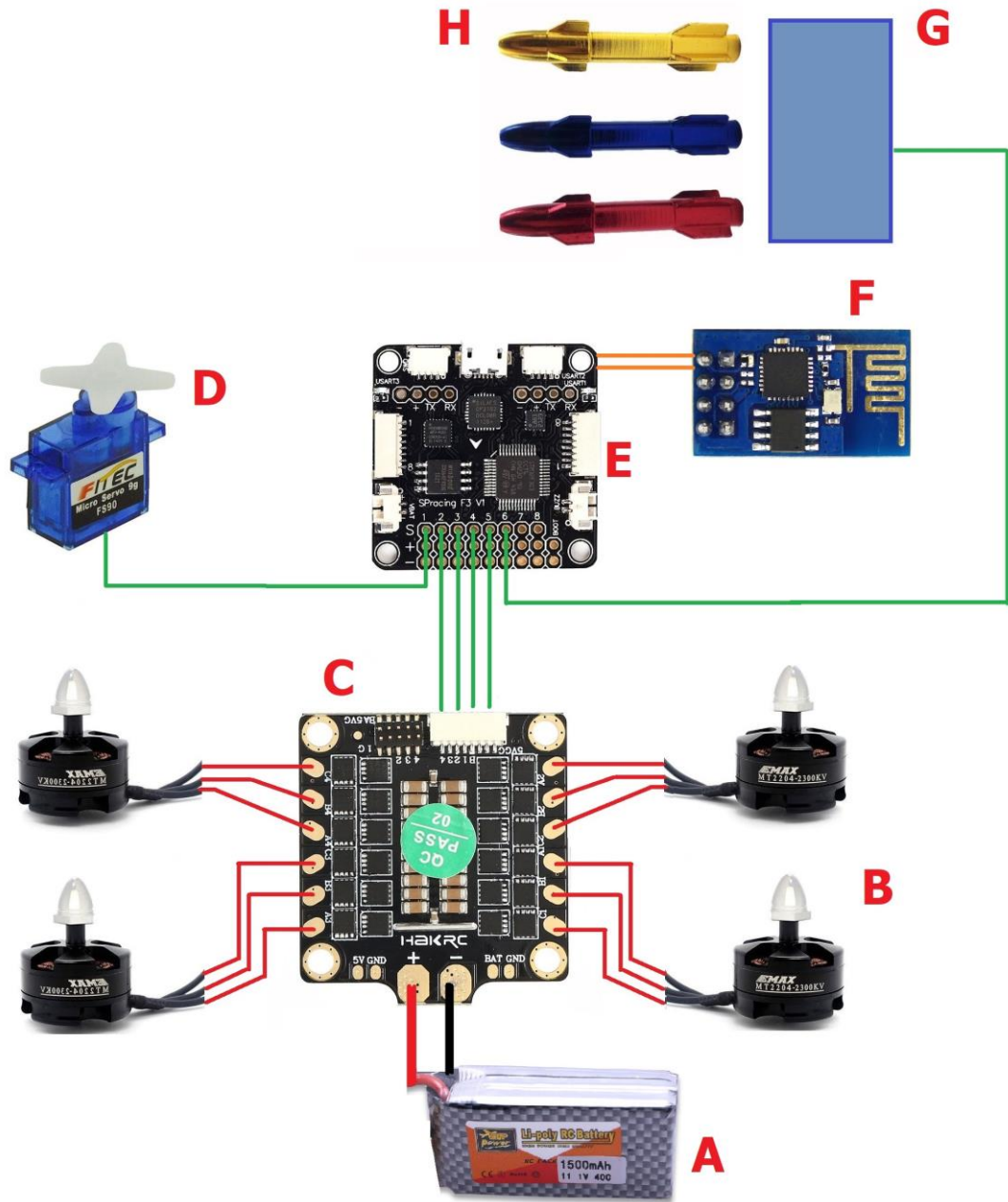
[Anahtar Şifre-1]+Veri+[Anahtar Şifre-2]

HASAR' da karmaşık uçuş görevlerini üstlenmek üzere yüksek hızlı ARM işlemciye sahip uçuş kartı kullanılmaktadır. Uçuş kartı kullanıcından gelen komutlara göre 4 adet pervanenin devir miktarını ayarlamakta ve pervane açılarını ayarlayan servo motorun kontrolünü sağlamaktadır. Bununla birlikte uçuş kartındaki özel çıkışlardan silah kontrol ünitesindeki roketlerin ateşlenmeleri sağlanabilmektedir. Uçuş kartının üzerinde bulunan eğim ve pusula sensörleri HASAR' ın daha stabil uçuş gerçekleştirmesini sağlamaktadır.

HASAR' ın ana kontrol ünitesi yüksek hızlı ARM işlemciye sahip SP Racing Deluxe uçuş kontrol kartıdır. Üzerinde bulunan eğim, pusula ve barometre sensörleriyle iyi bir uçuş yönetimi gerçekleştirme özelliğine sahip olan bu uçuş kartı elektronik sistemin merkezini oluşturmaktadır. Uçuş kontrol kartı 8 adet PWM çıkış birimine sahiptir (Url9, 14.07.2019). Bunlardan 4 tanesi HASAR' da bulunan 4 pervanenin çalıştırılması ve devir miktarını fırçasız motorlara iletmek için ayrılmıştır. Üretilen 4 adet PWM sinyali toplamda 50A destekleyen motor sürücü kontrol kartına iletilmektedir. Yüksek güçlü motor sürücü kartı da her biri en fazla 15A akım çeken 4 adet fırçasız motorun yönetimini sağlamaktadır. PWM çıkış birimlerinden biri HASAR' da bulunan servo motor için ayrılmıştır. Servo motor kendisine gönderilen pwm sinyaline göre rotorunu belirli açılarla döndürmektedir. Yüksek torka sahip olan bu servo motor 4 adet pervanenin eş zamanlı olarak açısının ayarlanmasına ve HASAR' ın havada manevra ve uçuş yönetiminin sağlanmasına yardımcı olmaktadır. SP Racing uçuş kontrol kartındaki PWM çıkışlarından son 3 tanesi çeşitli görevlerde kullanılmak üzere ayrılmıştır. Bu görevlerden biri araçta bulunan mini roketlerin ateşlenmesi için ihtiyaç duyulan sinyalin üretilmesini sağlamaktır. Roket ateşleme sisteminde kullanılan cd4017 entegresi pwm sinyaline göre çıkış pinlerini sırayla sürerek devreye bağlı roketlerin sırayla ateşlenmesini sağlamaktadır. Her bir ateşleme sistemi 10 adet mini roketin ateşlenmesini desteklemekle birlikte özel amaçlı ayrılan 3 adet pwm çıkış pinleriyle toplamda 30 adet mini roketin ateşlenme desteği bulunmaktadır. 3 adet pwm

pini ile havadan yere atılan bombalar ve faydalı yük atımı veya özel amaçla taşınan bir sistemin kontrolü de yapılabilmektedir (Şekil 3.5).

HASAR' ın kontrolü 1km menzile sahip kumanda ile sağlanmaktadır. Verici kumanda çift antene sahiptir. Bu sayede araca komutlar gönderilirken aynı zamanda araçla ilgili bilgiler kumandaya iletilerek kullanıcının bilgilendirilmesi sağlanmaktadır. Bununla birlikte HASAR' da bulunan kablosuz modül HASAR' ın anlık eğim, pusula ve yükseklik verilerini kullanıcı bilgisayarına göndererek kullanıcının araç hakkında detaylıca bilgi edinmesi gerçekleştirilmektedir.



- A: 11.1V 1500mAh LiPo batarya**
B: 2204 2300KV Brushless motor
C: 4 in 1 50 A ESC modül
D: Pervane açısını ayarlayan mini servo motor
E: SP Racing uçuş kartı
F: ESP8266 kablosuz alıcı-verici modül
G: Roket ateşleme ünitesi
H: Mini roketler

Şekil 3.5. HASAR sistem diyagramı.

Uzun süreli uçuş görevleri için modelin yapısındaki geliştirmelere ilave olarak yüksek kapasiteli batarya kullanılmıştır. Uçuş sırasında motorlara ve elektronik donanımlara güç sağlayan batarya, aracın üstünde bulunan güneş paneli ile şarj olabilmektedir. Güneş panelinin sağladığı diğer bir avantaj ise olası bir kırım olayında aracın gps konum bilgilerini kullanıcı bilgisayarına göndermek için gerekli olacak enerjiyi sağlamaktır.

3.2.1. SP Racing F3 Deluxe uçuş kontrol kartı

HASAR' ın uçuş kontrolünü yerine getirmek ve uçuş ile ilgili verileri kullanıcıya aktarmak için yüksek hızlı ARM işlemciye sahip SP Racing F3 Deluxe kontrol kartı kullanılmaktadır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. SP Racing F3 Uçuş kontrol kartı.

SP Racing F3 Uçuş Kontrol Kartı Özellikleri

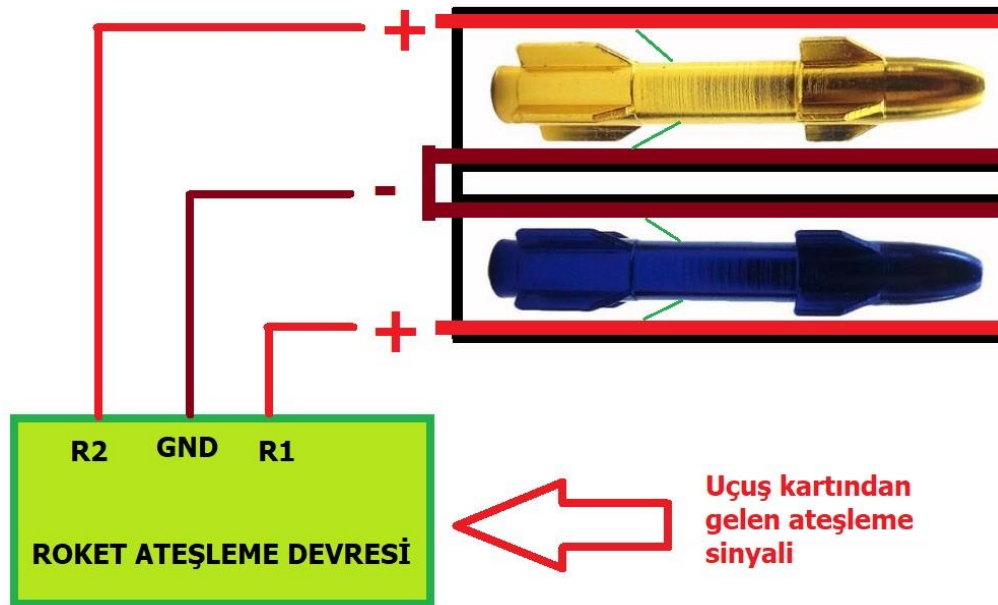
- STM32F3 serisi 72Mhz ARM mikrodeneleyici
- Verileri ve ayarlamaları tutmak için yüksek kapasiteli flash bellek
- MPU6050 İvme ve eğim sensörü
- HMC5883 pusula sensörü
- MS5611 barometre sensörü
- Micro USB ile yazılım güncellemesi imkanı
- 8 kanal PWM, 2 adet UART, çoklu arayüz portu ve I2C bağlantı desteği
- Boyut: 35x35x8mm / Ağırlık:23gr

HASAR’ da bulunan 4 adet fırçasız pervane motorunun devri ve pervanelerin açısını ayarlamak için kullanılan 9g servo motorunun kontrolü bu uçuş kartından üretilen PWM sinyalleri ile ayarlanmaktadır. Bu özelleşmiş uçuş kontrol kartında uçuş verilerini izlemek için çeşitli sensörler bulunmaktadır. Yön verisi için HMC5883 pusula, yükseklik verisi için MS5611 barometre, ivme ve eğim verileri için MPU6050 sensörleri kullanılmaktadır (Url10,14.07.2019, Url11,14.07.2019 ve Url12, 14.07.2019). Uçuş sırasında sensörlerden elde edilen bilgiler kablosuz ve şifreli bağlantı üzerinden kullanıcı bilgisayarına aktarılarak ilgili sensör panellerinden gösterilmektedir.

Uçuş kartının diğer görevi üzerinde bulunan portlar sayesinde HASAR’ ın silah kontrol ünitesini kontrol etmektir. Olası bir hedefle karşılaşılması durumunda ateşlenecek mermi ve mini roketler bu uçuş kontrol kartından yönetilmektedir. Silah ateşlenmesi uçuş kontrol kartıyla bağlantılı olan kullanıcı konsolundan yürütülmektedir.

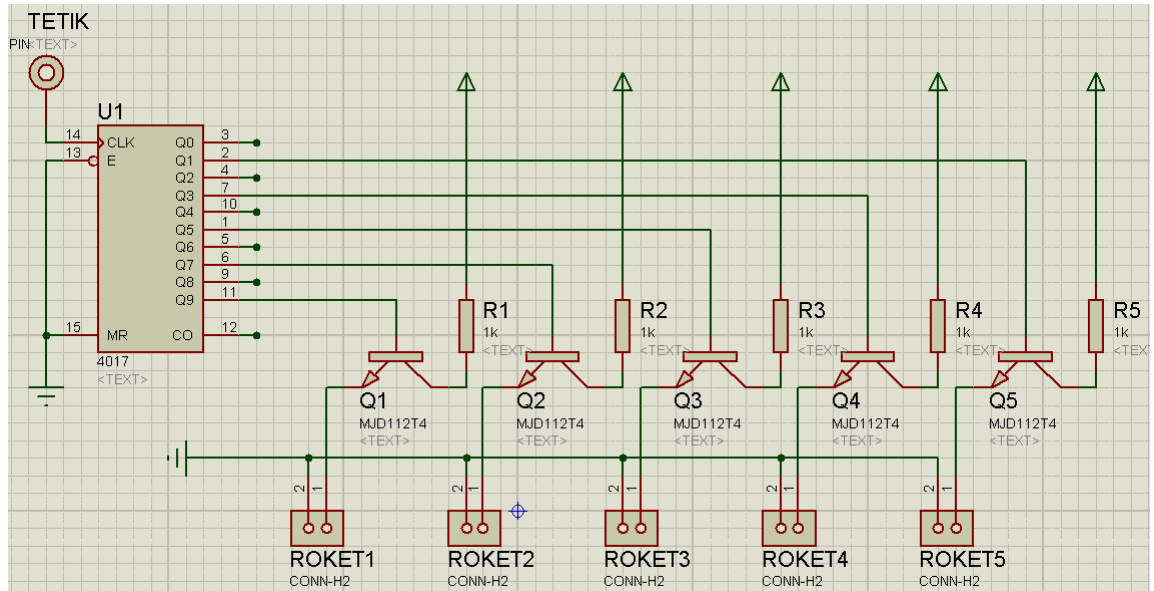
3.2.2. Mini roket ateşleme kartı

HASAR’ ın gerçekleştirilen prototip modelinde patlayıcı başlıklı mini roketlerin kullanılması planlanmıştır. Katı yakıtla çalışan mini roketler olası hedefe ateşlenmesi için barutu ateşleyen düzenek ile çalışmaktadır. Bu sebeple HASAR’ da bu mini roketleri ateşlemek için silah ateşleme kartı tasarlanmıştır(Şekil 3.7).



Şekil 3.7. HASAR roket ateşleme sistemi.

4017 Ring sayıcı entegresi ile 5 adet mini roketin ateşleme kontrolü sağlanmıştır (Ur113, 14.07.2019). Mini roket ateşleme kartı kontrolü doğrudan kullanıcının kullandığı kumandadaki özel buton ile sağlanmaktadır. Kumandan verilen komut, uçuş kontrol kartındaki bu görev için ayrılmış pin ile roket ateşleme kartına iletilmektedir. CD4017 entegresinin CLK pinine verilen komut ile entegrenin çıkış pinlerine bağlı güç transistörleri tetiklenmektedir(Şekil 3.8). Aktif olan güç transistörleri çıkışlarına bağlı tungsten flamanları kızdırarak flamanlarla temas halinde olan mini roketlerin ateşlemesini sağlamaktadır. HASAR tek seferde 20 adet mini roket ile uçuş gerçekleştirebilecek donanımdadır.



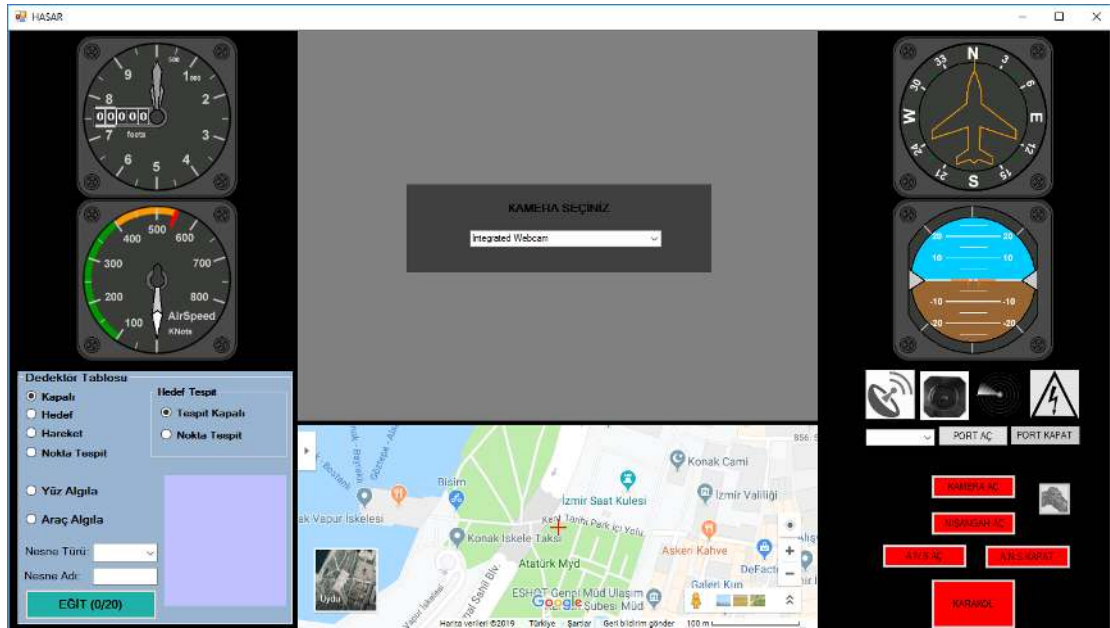
Şekil 3.8. Roket ateşleme sistemi devre tasarımı.

HASAR, saha görüntülemesi için kullanılan ve kullanıcı bilgisayarına görüntü aktaran kablosuz kamera ya sahiptir. Uçuş sırasında saha görüntülerini kullanıcı bilgisayarına aktaran bu kamera aynı zamanda çeşitli görevler için oluşturulmuş yazılımların çalıştırılmasını sağlamaktadır. Bu yazılımlar ile görev sahasında bulunan olası hedefler ve hareketli nesneler kullanıcıdan bağımsız olarak otonom tespit edilebilmektedir.

3.3. Yazılım Tasarımı

HASAR, uçuş kontrolü ve görev yönetimi için iki adet mini bilgisayara sahiptir. Uçuş bilgisayarı kullanıcıdan gelen komutlara göre aracın yönlendirilmesini sağlamaktadır. Araç motorlarının devir kontrolü ve pervane açılarının değiştirilerek aracın yüksek hızlara çıkması kullanıcının kontrolündeki uçuş bilgisayarı tarafından kontrol edilmektedir. Görev bilgisayarı ise araçtan gelen sensör ve gps verilerini işleyerek kullanıcı bilgisayarına göndermek ve silah kontrol sistemini çalıştırmakla görevlidir. Çoklu kullanıcının aracı yönetmek durumunda kaldığı görevlerde aracı yönetmek ve görev icra etmek için iki ayrı kullanıcı ile birlikte araç kontrol edilebilmektedir.

İş yükünü azaltmak ve kullanıcıya yürüttüğü görevler hakkında bilgi vermek için C# programlama diliyle uzak bilgisayar yazılımı tasarlanmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. HASAR kontrol programı.

Yapay zekâ ve görüntü işleme yazılımlarından oluşan bu bilgisayar yazılımı aracın görev yaptığı sahada olası hedeflerin kullanıcı müdahalesine gerek kalmadan tespit edilmesini ve araç ile ilgili bilgilerin kullanıcıya gösterilmesini sağlamaktadır. Yapay zeka yazılımı özgün olarak C# yazılım dilinde geliştirilmiştir. Kamera görüntüsüne yakalanan her türlü nesnenin öğrenimi bu yazılım ile

gerçekleştirilebilmektedir. Yapay zeka yazılımı nesnelerin boyut bilgisi, renk bilgisi, kamera görüntüsündeki konumu bilgilerini işleyerek nesneyi dinamik olarak hızlı bir şekilde öğrenmektedir. Literatürdeki yapay zeka yazılımları nesneleri öğrenmek için daha önceden karşılaştırma yapabileceği nesnelere ait örnek resimlere ve bu resimlerle ilgili bir veritabanına ihtiyaç duymaktadır. İlgili yapay zekaları geliştirirken artan nesne örnekleri ve büyüyen veritabanlarından dolayı yazılımın performansı düşmektedir. İzlenecek ve öğrenilecek nesneler için daha performanslı bir yazılım gerektiğinden dolayı HASAR'ın masaüstü yazılımında veritabanı ve binlerce resimden oluşan arşive ihtiyaç duymayacak özgün ve özel bir yapay zeka geliştirilmiştir. Klasik yapay zeka yazılımlarında kullanılan veritabanı resimleriyle kamera görüntüsünün karşılaştırılarak hedef nesnenin aranması kullanılmamaktadır. Bunun yerine kamera görüntüsündeki hedef nesne kullanıcı tarafından anlık olarak işaretlenerek hedef nesnenin boyut, renk ve görseldeki konumu bilgileri alınarak nesne öğrenilmekte ve bu sayede yüksek performanslı nesne öğrenme işlemi gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte HASAR ile ilgili pusula, eğim, anlık uçuş hızı, yükseklik ve araç koordinatlarıyla ilgili bilgiler program üzerinden kullanıcıya gösterilmektedir. HASAR'ın kontrol programında uçuş bilgilerinin yanı sıra yapılacak görevlerle ilgili kontroller bulunmaktadır. HASAR'ın ortamdaki hareketleri otonom olarak algılaması, olası hedefleri belirlemesi, nesne tanıma özelliklerinin aktif edilmesi kullanıcı tarafından yönetilen kontrollerle sağlanmaktadır (Şekil 3.10).

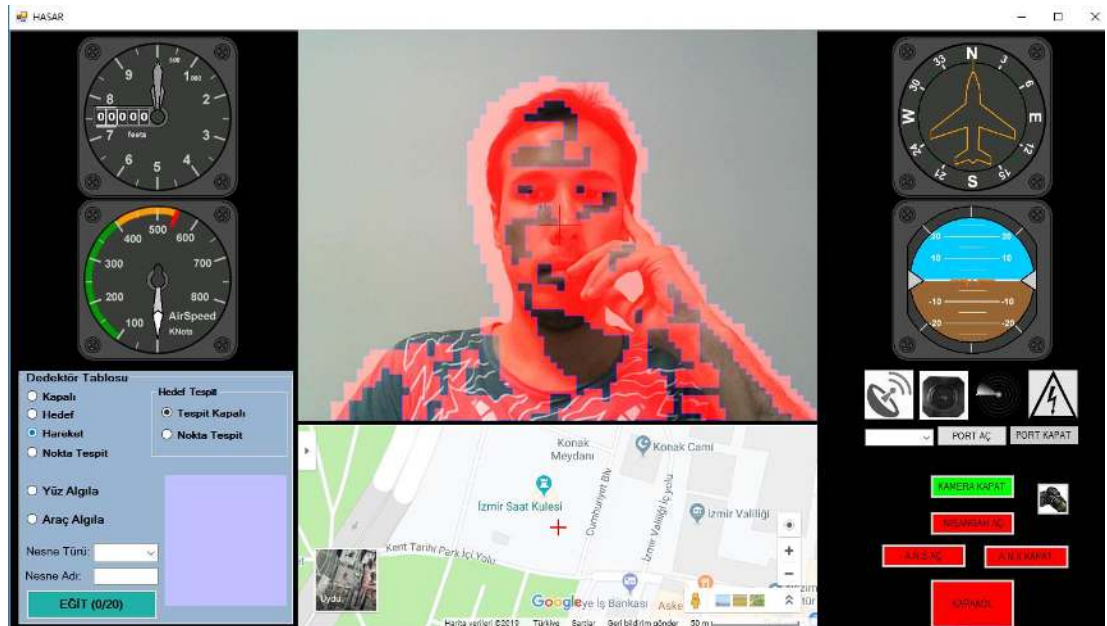


Şekil 3.10. HASAR kontrol programı detaylı gösterim.

Olası düşman hedefleri tanımlamak için yapay zekâ yazılımları kullanılmaktadır. Daha önceden belirlenmiş hedeflere ait görsellerle geliştirilen yapa zekâ, araç kamerasından gelen görüntüleri işleyerek sahada tehdit olup olmadığının belirlenmesini sağlamaktadır (Şekil 3.11). Görüntü işleme yazılımları ise yapay zekâ yazılımından farklı olarak görev sahasında olası hareketli nesnelerin tespit edilmesini sağlamaktadır. Bu sayede yapay zekânın tanımlayamadığı nesnelerin varlığı görüntü işleme yazılımı ile tespit edilmektedir (Şekil 3.12 ve Şekil 3.13).



Şekil 3.11. Öğretilen nesnenin tanımlanması.



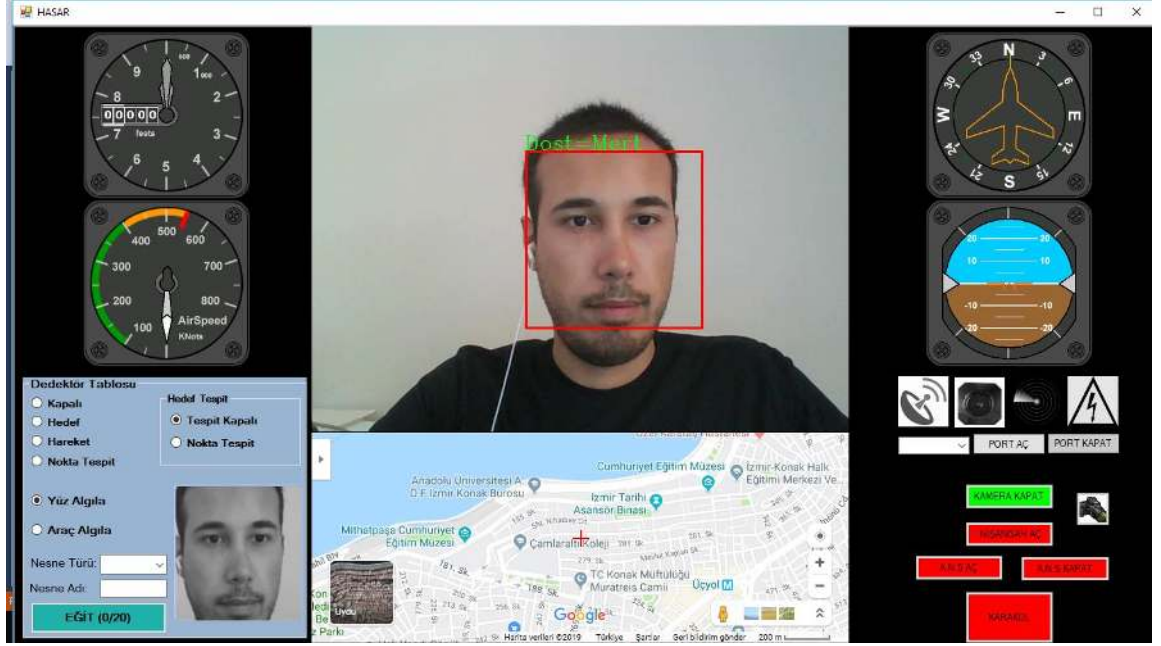
Şekil 3.12. HASAR programında hareket algılama yazılımı.



Şekil 3.13. Okul bahçesinde oynayan öğrencilerin hareket yazılımı ile tespit edilmesi.

Görev sahasındaki olası hedefleri tanımlamak için yapay zekâ yazılımı kullanılacakken karakol görevi gibi saha gözetleme görevlerinde görüntü işleme yazılımı kullanılarak ortamdaki her türlü hareketli nesnenin varlığı algılanabilmektedir. Bu sayede HASAR' ın savaş robotu olmasının yanında seyyar karakol görevini de yapması amaçlanmıştır.

HASAR sahada görev yaparken insan objeleriyle karşılaştığında otonom yüz tanıma özelliğini kullanarak kişi tanımlaması yapabilmektedir. Veri tabanına önceden yüklenen insan yüzlerini görev sırasında karşılaştığı insanların yüzleri ile karşılaştırabilmektedir (Şekil 3.14). Bu sayede karşılaştığı insanın tanımlamasını sorgulayarak bu kişinin dost-düşman tanımlamasını yapabilmektedir. Bununla birlikte karşılaştığı insanların kaydını tutarak istihbarat toplama amacıyla kullanılabilir. Dost olarak veri tabanına kaydedilmiş bir nesne veya insana yönelik bir görev yapılmazken düşman olarak tanımlanmış insan ve nesnelere karşı çeşitli senaryolara göre görev yapılabilir. Düşmanı izleme, silahla müdahalede bulunma görevleri otonom olarak HASAR' a verilebilecekken bu görevlerin kontrolünün kullanıcıya bırakılması daha uygun görülmüştür.



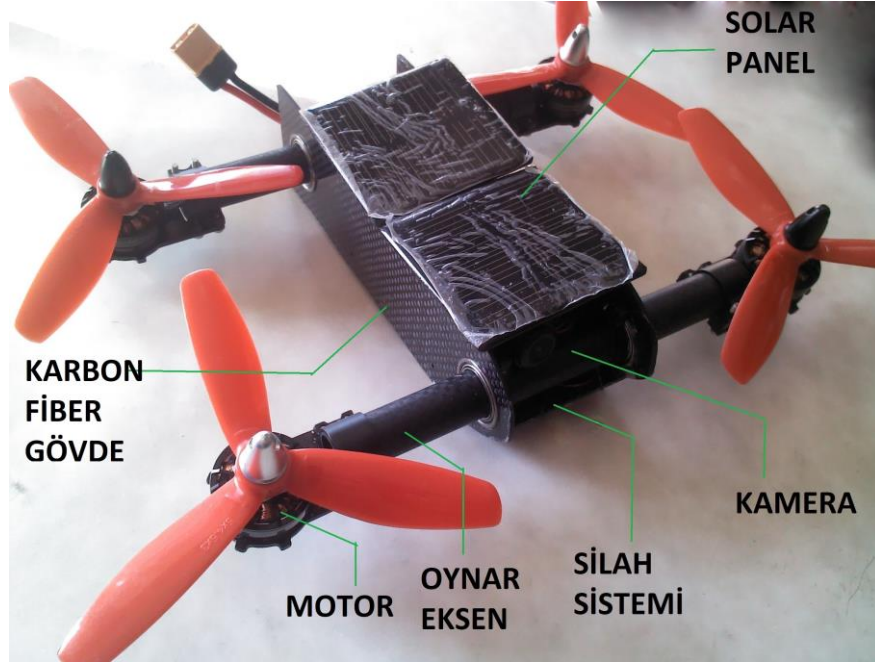
Şekil 3.14. HASAR Dost-Düşman ayrımı yaparken.

Bilgisayar yazılımında ayrıca araç ile ilgili bilgilerin gösterildiği kullanıcı göstergeleri ve araç konumunu gösteren gps haritası bulunmaktadır. Karmaşık görevlerde birden fazla kullanıcının gerektiği durumlarda bilgisayar yazılımı ile görev paylaşımı sağlanabilmektedir.

Bilgisayar yazılımı ile araç arasındaki iletişim yazılımsal şifreleme metotları kullanılarak sağlanmakta ve bu sayede araç kontrolü güvenliği ve görev gizliliği sağlanmaktadır.

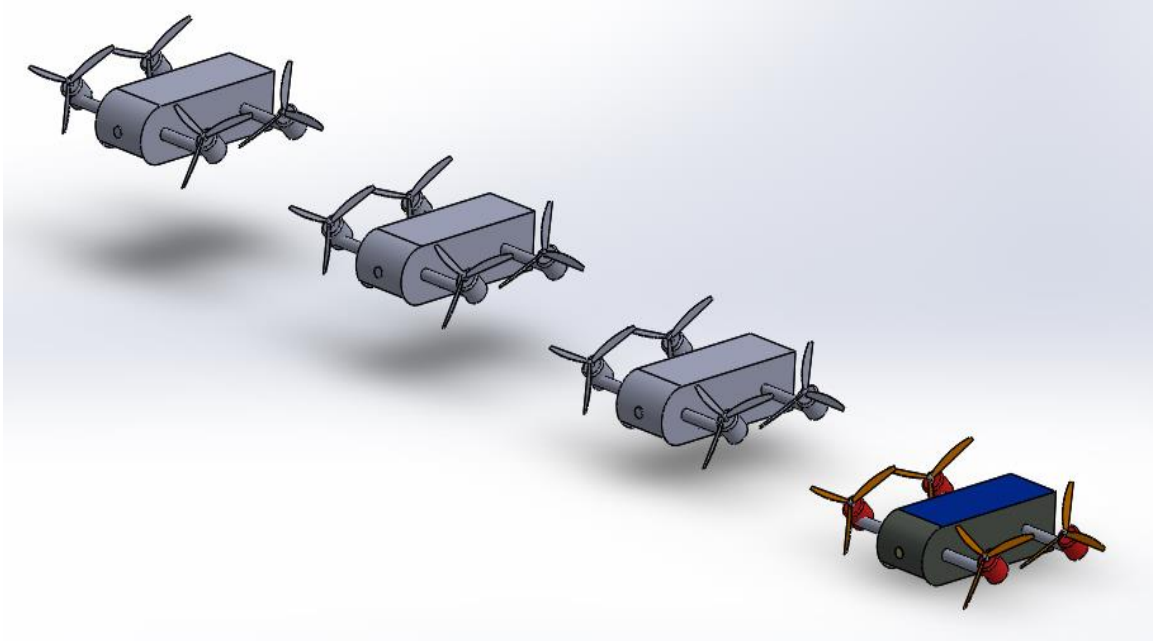
4. SONUÇLAR

İhtiyaçlar ve hedefler doğrultusunda tasarlanan HASAR' ın prototip modeli gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1). Tüm gövde bileşenlerinin hafif karbon fiber malzemeden imal edilmesi sonucunda toplam ağırlığı 500 gramın altında ve boyutları sırt çantasına sığacak ölçüde olmuştur. Kapalı gövde tasarımı sayesinde suya batmadan su üstünde kalabilmektedir. Acil durumlarda su üstüne de iniş yapabilmesi önemli özelliklerinden biri olmuştur. Bu sayede batarya azaldığında herhangi bir kırıma uğramadan su üstüne de iniş yaparak bataryasını şarj etme imkânı olmaktadır. Dört adet elektrik motorunun döndürdüğü pervanelerinin klasik modellerde kullanılan 2-palli pervaneler yerine 3-palli pervane olması tercih edilmiştir. Böylece pervanelerin sağladığı kaldırma kuvveti daha fazla olmaktadır. Sadece motorlara verilen %20 güç ile araç havalanabilmektedir. Kaldırma kuvvetinin fazla olması sayesinde araç kendi ağırlığının yanında 700 gram yükü de beraberinde kaldırabilmektedir. Klasik döner kanat modellerde aracın ileri gitmesi için gövde açısı değiştirilirken oynar eksenli pervaneleri sayesinde HASAR, uçuş sırasında gövde açısını değiştirmeden sabit kanat modellerin yaptığı uçuşu taklit ederek 100km/s üstünde hızla uçabilmektedir. Oynar eksenli pervaneler, mermi ve mini roket gibi ateşlendiğinde geri tepmeye neden olan silahların geri tepmesini sönmüleyebilmektedir. Ateşleme sırasında pervane açıları öne eğilerek geri tepmenin oluşturduğu kuvvet, pervanelerin ileri itme kuvveti ile dengelenmektedir. Oynar eksenli pervaneler uçuş sırasında aracın gövde açısının değiştirilmesine gerek kalmadan araç hareketini sağlamakla birlikte hedeflere doğru nişan almaya da yardımcı olmaktadır.



Şekil 4.1. HASAR ilk prototip.

HASAR, kendisine verilen görevleri tek başına gerçekleştirebileceği gibi birden fazla robot ile birlikte de çalışabilmektedir. Bu durumda her biri ayrı bir alt göreve sahip olan HASAR' lar, gözlem, destek ve saldırı gibi alt görevler ile birlikte daha kapsamlı görevleri yürütebilecektir. HASAR' ların oluşturacağı bir robot filosu insan hayatını tehlikeye atacak görevlerde özellikle askeri operasyon görevlerinde oldukça faydalı olacaktır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. HASAR filosunun örnek gösterimi.

HASAR 'ın bir kişilik personelle idare edilebilmesi sayesinde daha düşük maliyetli, insan hayatını tehlikeye atmadan ve kısa sürede gerçekleşen askeri operasyonların yapılmasında ve daha etkili ve düşük maliyetli sınır güvenliği, karakol gibi görevlerin gerçekleştirilmesinde oldukça faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Albayrak, M., ve Arısoy, A., "Dört Rotorlu Hava Aracı İçin Gerçek Zamanda YapaySinir Ağları İle Kontrolör Tasarımı", Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi,6: 1-7 (2013).
- Bayrakçeken, M. K., "Dikine İniş Kalkış Yapabilen Dört Rotorlu Hava Aracının (Quadrotor) Uçuş Kontrolü", Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir (2013).
- Ceylan, A., "Dört Rotorlu Hava Aracı İle Görme Tabanlı Nesne Takibi", Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ (2018)
- J. Escareno, A. Sanchez, O. Garcia and R. Lozano, "Triple Tilting Rotor mini-UAV: Modeling and Embedded Control of the Attitude," American Control Conference, June 11-13, USA, 2008
- Pounds, P. E. I., "Design, Construction and Control of a Large Quadrotor Micro Air Vehicle", Doktora Tezi, Australian National University, Acton (2007).
- Yanguo S., Huanjin W. , (2009), "Design of Flight Control System for a Small Unmanned Tilt Rotor Aircraft". Chinese Journal of Aeronautics 22(3), 250–256.
- Yüksel, B., "Modeling and Control of a Fixed Wing Unmanned Aerial Vehicle", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul (2013)
- Url1, <https://tr.wikipedia.org/wiki/U%C3%A7ak>, (Erişim:14.07.2019)
- Url2, https://tr.wikipedia.org/wiki/D%C3%B6ner_kanatlı%C4%B1_hava_arac%C4%B1, (Erişim:14.07.2019)
- Url3, <https://www.boeing.com.tr/urunler-ve-hizmetler/savunma-uzay-ve-guvenlik/ch-47-chinook.page>, (Erişim Tarihi:14.07.2019)
- Url4, https://tr.wikipedia.org/wiki/Karbon_fiber, (Erişim Tarihi: 14.07.2019)
- Url5, <https://en.wikipedia.org/wiki/Quadcopter>, (Erişim Tarihi:14.07.2019)
- Url6, <https://www.solidworks.com/tr>, (Erişim Tarihi:14.07.2019)
- Url7, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Tiltrotor>, (Erişim Tarihi:14.07.2019)
- Url8, <https://www.getfpv.com/sp-racing-f3-flight-controller-deluxe.html>, (Erişim Tarihi:14.07.2019)
- Url9, https://en.wikipedia.org/wiki/Pulse-width_modulation, (Erişim Tarihi:14.07.2019)
- Url10, <https://www.google.com.tr/search?q=HMC5883&ei=epM1XfJEJZaC1fAP0JAc&start=10&sa=N&ved=0ahUKEwj46eaMrMjjAhUWQRUIHVAIBwAQ8tMDCP8B&biw=1366&bih=604>, (Erişim Tarihi:14.07.2019)

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

Url11, https://www.google.com.tr/search?biw=1366&bih=604&ei=6JM1XfShH7iN1fAPrsSGwA4&q=ms5611&oq=ms5611&gs_l=psy-ab.3..0l3j0i30l7.876279.877561..877772...0.0..0.133.493.0j4.....0....1..gws-wiz.....0i71j0i67j0i131.Ov69AuYbJnc&ved=0ahUKEwj0tZrBrMjjAhW4RhUIHS6iAeg4ChDh1QMICg&uact=5, (Erişim Tarihi:14.07.2019)

Url12, https://www.google.com.tr/search?biw=1366&bih=604&ei=V5c1XbLPD46ymwXbg5DwBQ&q=MPU6050&oq=MPU6050&gs_l=psy-ab.3..0i67j0l9.116811.119007..120133...0.0..0.260.1102.0j6j1.....0....1..gws-wiz.....0i71j0i131j0i10.uK-LNOVbWPU&ved=0ahUKEwjy1pzkr8jjAhUO2aYKHdsBBF4Q4dUDCAo&uact=5, (Erişim Tarihi:14.07.2019)

Url13, <https://www.homemade-circuits.com/how-to-understand-ic-4017-pin-outs/>, (Erişim Tarihi:14.07.2019)

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı :MERT DEMİR
Doğum Yeri ve Tarihi :İZMİR-02.02.1991



Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi :Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi
Bildiği Yabancı Diller :İngilizce

İş Deneyimi

Stajlar :Vanguard Automation & Drives San. Tic. Ltd. Şti. (2014)
Projeler :TEMÜR(2014), HASAR(2018)
Çalıştığı Kurumlar T.C. Kara Kuvvetleri Komutanlığı, Eğitim ve Doktrin
Komutanlığı - Sistem Yazılım Subayı (2015-2016)
Polimek Elektronik San. Ve Tic. A.Ş. – Yazılım Uzmanı
(2016-2018)
İzmir Kavram Meslek Yüksekokulu-Bilgisayar Programcılığı
Öğretim Görevlisi (2018-)

İletişim

Adres : Kemalreis Mh. 275 Sk. No:9 D:11 Hatay/İZMİR
E-Posta Adresi : mertdemir.bil.muh@gmail.com

Akademik Çalışmalar

–DEMİR Mert, CEYHAN Salim, 2019, “HASAR (Hava Saldırı Robotu/Air Attack Robot)”, International Symposium on Engineering Natural Sciences and Architecture (ISENSA), Kocaeli, Türkiye.

Tarih: 23.08.2019