



ULUSLARARASI SERBEST GÖREV
İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI YARIŞMASI
DETAYLI TASARIM RAPORU



TAKIM ADI: KALİHA		
ARAÇ TÜRÜ: <input checked="" type="checkbox"/> Sabit Kanat <input type="checkbox"/> Döner Kanat <input type="checkbox"/> Hibrit <input type="checkbox"/> Çırpın Kanat <input type="checkbox"/> Diğer		
ARAÇ GELİŞTİRME ŞEKLİ	<input checked="" type="checkbox"/> Yeni Araç	<input type="checkbox"/> Mevcut Araç
OKUL / KURUM / ÜNİVERSİTE ADI: Hasan Kalyoncu Üniversitesi		
TAKIM SORUMLUSU ADI/SOYADI: Fatih ALİSİNANOĞLU		

KALİHA İHA TAKIMI

TEKNOFEST HAVACILIK UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ
ULUSLARARASI SERBEST GÖREV İNSANSIZ HAVA ARACI YARIŞMASI
DETAYLI TASARIM RAPORU

Takım Danışmanı: Arş. Gör. Fatih Alisinanoğlu

Takım Kaptanı: Reşat Gökçe, Elektrik Elektronik Mühendisliği

Takım Üyeleri:

- Hazar ALTAŞ-Elektrik Elektronik Mühendisliği
- Mehmet Murat Toprak- Elektrik Elektronik Mühendisliği
- Emre Bağcı- Elektrik Elektronik Mühendisliği

İçindekiler

1. ORGANİZASYON ÖZETİ	3
TAKIM ÜYELERİ	3
1.1.Takım Organizasyonu	4
1.2 iş planı	5
2. DETAYLI TASARIM RAPORU	5
2.1 Tasarım ve Uçuş Kararlılığı	5
2.2 Kabiliyet	9
2.3 Faydalılık	10
2.4 Yenilik	10
2.5 Yerlilik	10
2.6 Sadelik	15
3. BÜTÇE TABLOSU	15
4. KAYNAKÇA	16

1. ORGANİZASYON ÖZETİ

Tübitak uluslararası serbest görev insansız hava aracı sabit kanat kategorisinde yarışmak üzere üretilen aracımız Hasan Kalyoncu Üniversitesi kampüsünde üniversite öğrencileri bünyesinde donanımsal ve yazılımsal olarak geliştirilerek yarışmaya hazır hale getirilmiştir. Raporlanması yapılan hava aracının gövde ve kanat üretimi profesyonel üretim aşamalarıyla ürettirilmiş olup zamandan tasarruf edilerek özgün yazılım ve donanımlarımız çevresinde donatılmıştır. Görevimiz olan istihbarat sağlama (görüntü işleme) ile desteklenerek iyileştirilmiştir. Bunlara ek olarak ateşleme sistemi olarak düşünülen 2 adet roket İHA'nın üzerine konuşlandırılmış olup otonom olarak hedefe ateşlenmesi hedeflenmiştir. Yapılan bu donanımlar ve yazılımlar projenin özgün yönleridir.

TAKIM ÜYELERİ



Reşat GÖKÇE

Hasan Kalyoncu Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği 4. Sınıf öğrencisiyim. IEEE HKU Kolunun Başkan yardımcılığını yapmaktayım. Daha önce Teknofest için İnsansız Su Altı Aracı (WaveTech TEAM 7.lik) takımı için yarıştım Bu sene KALİHA takımının kaptanlığının yanı sıra Mekanik ve Elektronik kapsamındaki çalışmalarında rol alacağım.

Mehmet Murat TOPRAK

Merhabalar ben Elektrik Elektronik mühendisliği 1.sınıf öğrencisiyim. KALİHA takımının üyesiyim. Kendimi iha alanında geliştirmek istediğim için bu takımda yer almayı istedim. Bu takımda mekanik kısmında görev alacağım.



Hazar ALTAŞ

Merhabalar ben Elektrik Elektronik mühendisliği 1.sınıf öğrencisiyim. KALİHA takımının üyesiyim. Kendimi iha alanında geliştirmek istediğim için bu takımda yer almayı istedim. Bu takımda elektronik kısmında görev alacağım.

Emre BAĞCI

Hasan Kalyoncu Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği 3. Sınıf öğrenciyim. IEEE-HKU koluğunun başkanlığını yaptım ve DSC-HKU Core Team üyesiyim. 4 yıl gönüllü stajyer olarak elektrik ve elektronik firmalarında çalıştım şu anda güç elektroniği üzerine olan bir firmada gönüllü olarak çalışmaktayım. Yapılacak projede Mekanik, yazılım ve güç şema bağlantıları çalışmalarında rol almaktayım.



1.1.Takım Organizasyonu

Takımı oluşturan öğrencilerin lisans aşamasında devam ettikleri bölümlere ve ilgi alanlarına göre görev dağılımı yapılmıştır. Takım yapımız bir takım lideri ve üç ekipten oluşmaktadır, bu ekipler: Mekanik ekibi, elektronik ekibi ve yazılım ekibidir.

TAKIM KAPTANI

REŞAT GÖKÇE



MEKANİK EKIBİ

Mehmet Murat Toprak
Reşat Gökçe

ELEKTRONİK EKIBİ

Hazar Altaş
Reşat Gökçe
Emre Bağcı

YAZILIM EKIBİ

Emre Bağcı

1.2 iş planı

İHA'nın hayata geçirilmesi aşamalarının tamamında gerekli görev dağılımı yapılarak, çalışmalar başlatılmıştır. Proje süresince yapılacak tüm süreçler detaylandırılmış, iş paketleri tespit edilmiş, iş paketlerinden sorumlu üyeler seçilmiş ve her bir iş paketi için tamamlanma süresi planlanmıştır.

Tablo 1. 1. Zaman Çizelgesi

AR-GE Aşaması	2020 Kasım	2020 Aralık	2021 Ocak	2021 Şubat	2021 Mart	2021 Nisan	2021 Mayıs	2021 Haziran	2021 Temmuz	2021 Ağustos
Yarışma Araştırması	■									
Görev analizi	■									
İlk prototip		■	■	■	■					
Detaylı Tasarım				■						
Üretim Aşaması										
Kart yazılımı				■	■					
Detaylı tasarım					■	■				
Yazılım Geliştirme						■	■			
Uçuş Testleri							■	■		
Gerçek İHA										
Yapılan uçuş testlerinin sonucu ile dış tasarım									■	
Yedek parça üretimi										■
Pilot kararlaştırması										■

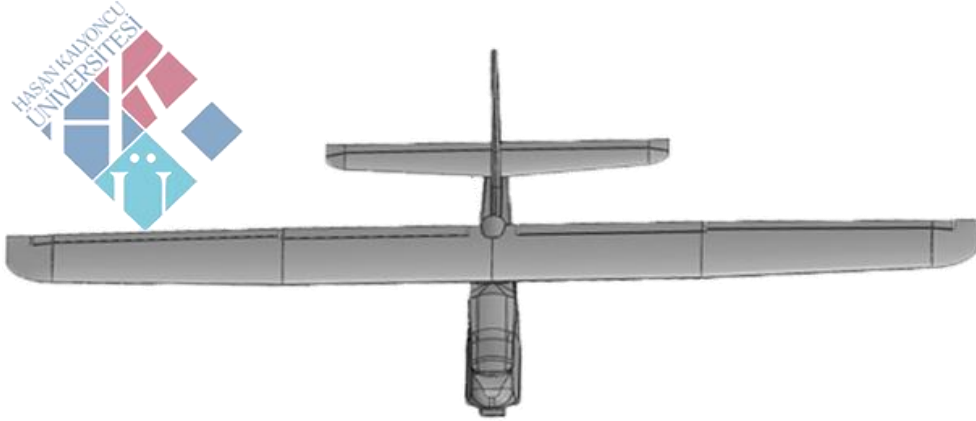
2. DETAYLI TASARIM RAPORU

2.1 Tasarım ve Uçuş Kararlılığı

ARAÇ SEÇİMİ

Yarışma şartlarına göre Üretim maliyeti, kullanılan malzemelerin seçimine, üretim metoduna ve üretim esnasındaki aksaklıkların giderilmesine bağlı olarak değişim gösterdiğini araştırmalarımız sonucunda görmüş olduk. Bu araştırmalara göre profesyonel hazırlanacak bir platformun maliyet tablosu özgün tasarım yapmak için gereken üretim bütçesiyle benzerlik göstermektedir. Özgün tasarım düşünüldüğünde ise uçağın ekipmanlarının konumlandırılması ve atış sistemi istenilen şekilde yapılabilir ayrıca uçağa istenilen uçuş karakteristikleri verecek şekilde tasarlanabilir. Fakat bu süreçte yapılacak herhangi bir hatalı üretim durumunda uçağın istenilen karakteristik özelliklerinden farklı sonuçlar göstermesine sebep olacaktır. Bu beklenen karakteristik özellikleri sunabilecek profesyonel üretilecek bir platformun seçilmesi halinde oluşabilecek hataların ihtimali en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Bu tasarım sürecinde (üretim, üretim sırasında oluşabilecek hataların giderilmesi) ve özgün tasarımın ihtiyaç duyulan testlerde harcanan vakit düşünüldüğünde profesyonel bir platform seçimi uygun görülmüştür. Profesyonel üretim kullanılarak kazanılacak vakit, görüntü işleme işlemi ve roket atış sistemi testleri için ayrılacak süreye eklenilmesi planlanmıştır. Ayrıca takımımız için alınacak bütçenin araç üretimi yerine asıl görev olan görüntü işleme (istihbarat) ve roket sistemi için gerekli ekipmanlara ayrılması, yarışmadaki başarılarımızı arttırmak ve hedeflerimize daha emin adımlarla ilerlemek için gerekli görülmüştür.

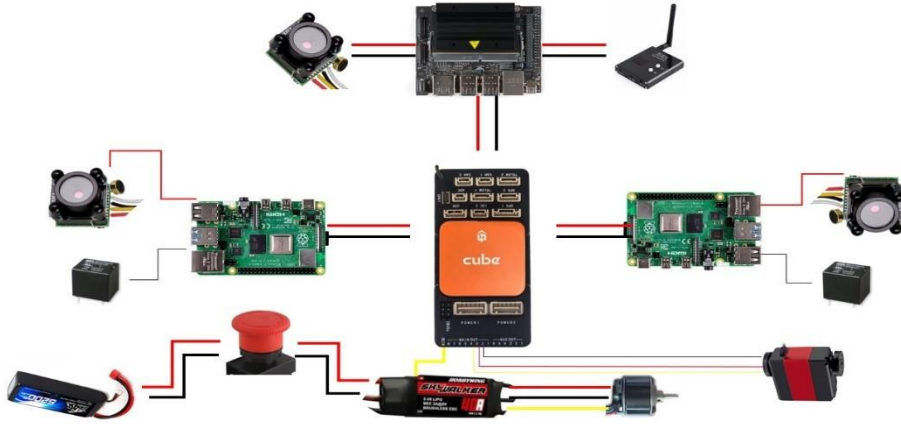
ARAÇ TASARIMI



Resim 2. 1. Uçağın üstten görünümü

Hava aracının seçiminde itki sistemi (motor, mount) uçağın arka tarafına yerleştirilmiştir. Bunun sebebi motordaki gücün pervaneye aktarılması sırasında, yüksek verimlilik sağlanmış olmasıdır (sadece %5 transit kaybı ile) , kanat uçlarının (winglet %5.5 açılı) olmasıyla (yaw) eksenindeki hareketlerde daha keskin ve kararlı olması ile kanatın alt ve üst yüzeyleri arasındaki basınç farkından dolayı oluşabilecek anaforlara bağlı geri sürüklenmeye engel olması amaçlanmıştır. Düşük motor gücü ile daha uzun mesafelere süzülmesi amaçlanmıştır.

SİSTEM TASARIMI



Resim 2. 2. Uçağın Bağlantı Şeması

Resim 2.2. de görüldüğü üzere sistem tasarımının devre şeması kısmı açıkça belirtilmiş olup uçuş ve görevleri için gerekli tüm bağlantılar bu şekildedir. Devrenin elektrik güç dağıtımı güç kartı kullanmamak için batarya-esc – pixhawk bu kısımdan ise devrenin geri kalan kısımlarına dağıtılarak noise seviyesi en aşığıda tutulması hedeflenmiştir.

GÜVENLİK

Aracımız profesyonel üretim olduğu için üzerine eklenecek sistemler aracımıza uygun bir şekilde monte edilmiştir. Olası bir insani hataya engel olmak adına uçuş öncesi kontroller tam olarak yapılacaktır ve kontrol listesi oluşturulacaktır. Buna ek olarak elektronik akşamlarda herhangi bir yanmanın olmaması için yeterli kalınlıklarda tel ve konektör kullanılacaktır. Uçuş sırasında haberleşme kesintisi durumunda otonom uçuştan 15 saniye boyunca haberleşme kesintisi olur ise uçağın önceden belirlenen noktaya dönüş yapması ve otonom bir şekilde iniş yapacaktır. Manuel uçuşta ise 5 saniyelik haberleşme kesintisinde sonlandırması planlanlanmaktadır. Uçuşun sonlandırılması işlemi ise aşağıda belirtilen şekilde yapılacaktır:

- Gazın kesilmesi
- Tam yukarı irtifa
- Tam sağ kanatçık
- Tam sağ dümen

Güç sisteminde çıkabilecek beklenmeyen bir sıkıntı durumunda güç tamamen kesilmesini sağlayan bir sigortayı İHA'nın dış yüzeyine görseldeki yerleştirilmiştir. Olası bir sıkıntıda bu sigorta kullanılarak aracın gücünün kesilmesi planlanmaktadır.

Tablo 2. 1. Uçağın İçerdiği Parçalar

Numara	Parça Adı	Adet	Ağırlık/Adet	Nu ma ra	Parça Adı	Adet	Ağırlık/A et
1	Servo	4	9gr	7	Reciever 10CH	1	39gr
2	Karbon Çubuk	6	60,53gr	8	ESC 40A BEC	1	67gr
3	1000kv Fırçasız Motor	1	48 gr	9	Kamera 4K	1	48.8gr
4	Batarya	1	385gr	10	GPS Modül M8P	2	200gr
5	Jetson Nano	1	85gr	11	Roket Sistemi	1	1500gr
6	Pix Hawk Cube Orange	1	345,86gr	12	Uçak Gövde ve Kanatlar	2	170gr
				13	Raspberry pi	2	39gr
Toplam Ağırlık				3,154,49 kg			

Tablo 2.1. açıkça parçaların ağırlığını ve uçağın toplam yükünü vermiştir. Bu bilgiler doğrultusunda Analizler ve Hesaplamalar yapılmıştır.

ANALİZLER VE HESAPLAMALAR

Tablo 2. 2. Uçak Hakkındaki Bilgiler

Tek kanat genişlik (cm)	1993,92	propeller çap (inç):	10	Propeller çap(cm)	25,4
Tek kanat uzunluk (cm)	0,996	propeller pitch (inç)	6,00		
S=Wing Ares (m2) :	0,397189	Motor KV	1000		
Cl_max :	1,5	Motor Voltage	14		
W (weight -ağırlık kg):	2,8	q(rho) air density (kg/m3):	1,225		
g(ground gravity	9,81				

$$V_{STALL} = \sqrt{\frac{2W}{\rho A C_{Lmax}}}$$

Yukarıdaki formül açıkça bize stall Speed değişkeninin nasıl hesaplanması gerektiğini anlatmıştır. W Newton cinsinden ağırlığı, ρ yoğunluğu, A Kanat açıklığı ve C_{Lmax} ise Kaldırma katsayısı olup çıkan sonuç g cinsindedir. Bunlara ek olarak V_{STALL} ve C_{Lmax} arasında ters orantı mevcuttur. Bu bilgilerden yola çıkarak hesaplanan V(stall speed km/h) 0,987646 değerini bizlere vermiştir.

$$Pitch\ Speed = \frac{M_{KV} * V_M * P_{inç}}{1056}$$

Yukarıdaki formül ile Pitch speed hesaplanarak uçağa uygun seçilen pervanenin doğrulanması yapılmış olup, M_{KV} Motorun Kv cinsinden değeri, V_M motorun voltu, $P_{inç}$ seçilen pervanenin doğruluğu sağlanmıştır. Formülümüz ile hesaplanan bu değer (79,5454/mil) yani 128,06 km/h çıkmıştır.

$$F = 1.225 \frac{\pi(0.0254 * d)^2}{4} [(RPM_{prop} * 0.0254 * pitch * \frac{1min}{60sec})^2 * \left(RPM_{prop} * 0.0254 * pitch * \frac{1min}{60sec} \right) V_0] \left(\frac{d}{3.29546 * pitch} \right)^{1.5}$$

Formül 4'te açıkça F (İtki) gücünü hesaplayarak yapılan tasarımın doğruluğu hesaplanmak istenmiştir. İtki gücü gerekli formül ile hesaplayarak alınan çıktı (1989/g) doğrultusunda itki değeri uçağımızda yapılan işin doğru tespitidir.

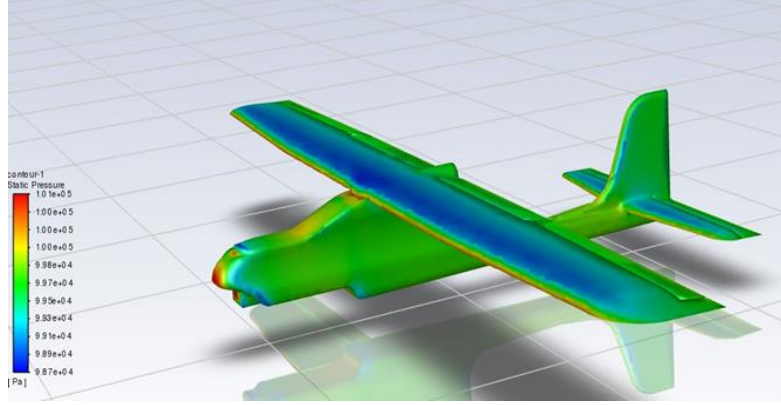
Bu yapılan hesaplamalar sonucunda uçağımızda kullanılması gereken ;

PİL = 4s 5200mah 40C Lipo Batarya 14.8V Pil

MOTOR = 1000Kv 20A(%75 efficiency) brushless DC motor

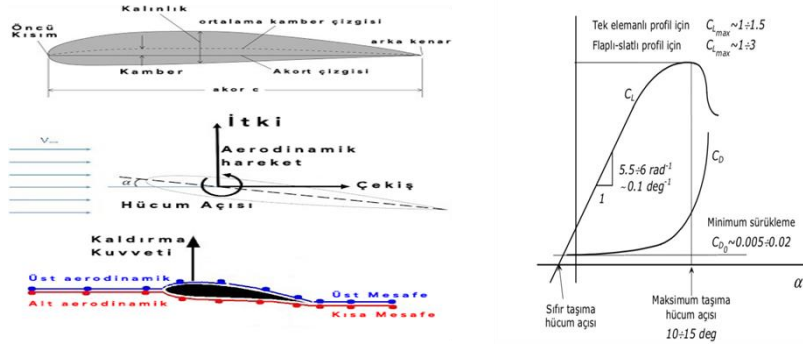
PERVANE = 10X6 GF Serisi İtici (PUSHER) Model Uçak Pervane

ESC= 40A BEC devreli EscKullanması uygun görülmüştür.



Resim 2. 3. Uçağın Ansys Analizi

Yukarıda gösterilen ANSYS analiz sonuçlarına göre, rüzgara karşı oluşacak sürüklenme hesabını yaparken oluşabilecek maksimum sürükleme değerini göz önünde bulundurmak için akışın türbülanslı olduğunu varsayıp Re sayılarının yüksek olduğunu varsaydık. Bu bölümde elde edilen değerlerin birçok performans değerlerini ve hatta motor, batarya gibi kritik parçaların seçimini etkilemesi nedeniyle en kötü ihtimaller göz önünde bulundurduk ve seçmiş olduğumuz motor , batarya ve pervane parçalarının uçağımıza uygun olup olmadığını test etmiş olduk.



Resim 2. 4. Hava aracının seçiminde etki eden faktörler

Kontrol, hava aracının X ekseninde ve Y eksenindeki Z eksenindeki hareketlerindeki kontrolü kontrol yüzeyleri tarafından sağlanmaktadır. Maksimum kalkış ağırlığında gerçekleştirilen düz uçuşta kontrol yüzeyleri merkezlenmiş haldeyken rüzgar hızı 15 m/s kadar hava aracının boylamsal ve yanal statik kararlı olduğu belirlenmiştir.

2.2 Kabiliyet

Yapılması planlanan görevlerimiz görüntü işleme ve hedefe odaklanarak vurma işlemidir . Motor sisteminin arkadan itki sistemiyle tasarlanmasıyla uçaktan atılacak roketin uçağa karşı oluşturduğu drag pasifize edilerek , uçağın itki sistemi şu şekilde hesaplanmıştır.

1000 Kv fırçasız motor ve bunu besleyen 14.8v batarya 40amperlik esc ile 1.8 - 2.2 kg 'lık itki gücü vermektedir. Bu güç oldukça yukardaki kanat grafiğine göre minimum stall hızında maksimum saldırı hızını 4.5 sn çıkmasını sağlamaktadır. Uçak %60 thrustta 433 gr yük taşımaktadır(faydalı yük). Bu sebepten dolayı uçağın uçuş dengesinde herhangi bir problem yaşanmayacağı düşünülmektedir. Uçağın haberleşme sistemi 2.4 ghz frekans bandı ile veri aktarımı sağlanacaktır. Yarı otonom uçuş için açık kaynak kodlu yazılımlara başvurulacaktır. İstihbarat için nesne tabanlı hedef tespiti güçlü bir kart olan Jetson Nano üzerine Python-OpenCV kütüphanesi ile yazılacaktır. Hedefe kitlenen otonom atış sistemi OpenCV ve Raspberry pi üzerine entegre edilmiştir.

2.3 Faydalılık

Uluslararası serbest görev İHA yarışmasında yapılması planlanan görevlerimiz istihbarat sağlamak (Görüntü işleme) ve gerektiği takdirde Roket atış sistemi ile hedefleri etkisiz hale getirmektir. Günümüz teknolojisine bakacak olursak istihbarat amaçlı çıkarılan İHA araçlarının ve bu elde edilen görüntüleri gerektiğinde etkisiz hala getirecek SİHA araçlarının uçağımız bünyesinde tek bir araç üzerinde uygulanarak çok amaçlı bir İHA üretilmesi hedeflenmiştir. Bu yapılması planlanan görevlerimiz toplum huzurunu sağlamak adına ülkemizin kolluk kuvvetlerine yardımcı olması planlanarak üretime geçilmiştir.

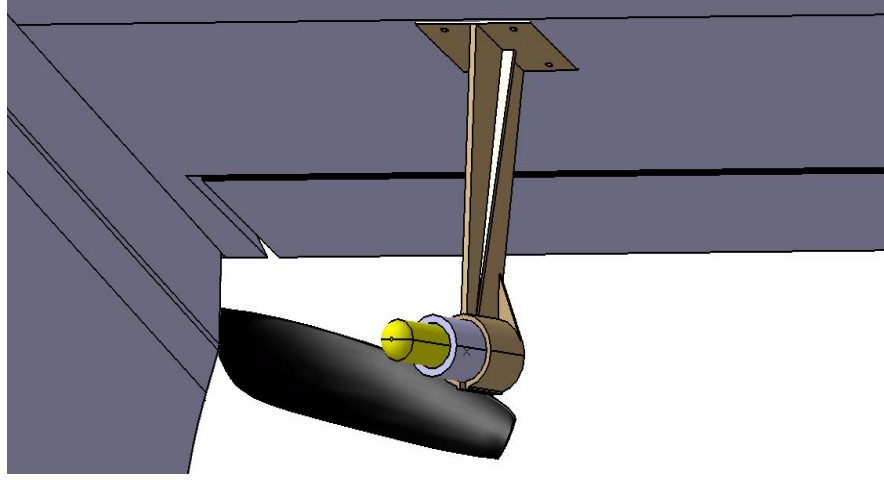
2.4 Yenilik

Yapılan insansız hava aracı istihbarat sağlama amacıyla sabit bir görüntü aktarımının yanında havadan yazılım ekibimizce geliştirilen nesnelerin tanımını ve kamera üzerindeki konum bilgilerini de ileterek sağlanacak istihbaratın kalitesinin maksimum seviyede tutulması hedeflenmiştir. Bilindiği gibi görüntü aktarılması yoğun bir yükür bunun neticesinde internet modülleri kullanılarak görüntü aktarımının en üst kalitede tutulması hedeflenmiştir. Alınacak istihbarat sisteminden bağımsız çalışan 2 adet füze İHA'ya eklenmiştir. Bu füzeler tanımlanan cisme kitlenerek uçak başka bir yöne manevra yapsa dahi kendini hedefe kitleyerek ateşler ve hedefi elimine etmeyi amaçlar. Yapılan bu yazılımlar İHA'nın yazılım anlamında yeniliklerini ortaya koymaktadır.

2.5 Yerlilik

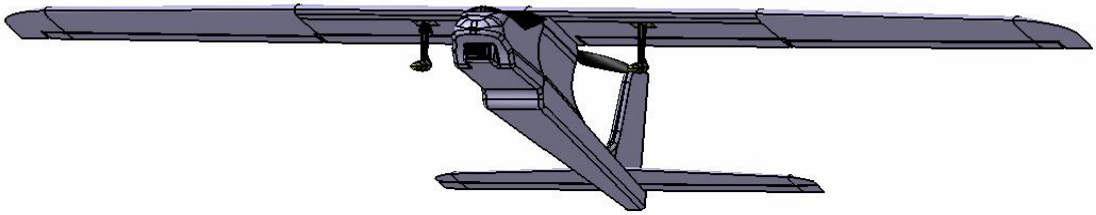
DONANIM

Hava aracımızın üzerinde bulunan 2 adet roket atış mekanizması ekibimiz tarafından tasarlanmış olup ve üniversitemiz bünyesindeki atölyemizde montaj işlemleri yapılmıştır. Bu sistem tamamen yerli bir üretim olup özgün bir şekilde uçağımıza entegre edilmiştir. Yazılım ekibimizce geliştirilmiş olup yerli ve milli olması hedeflenmiştir.



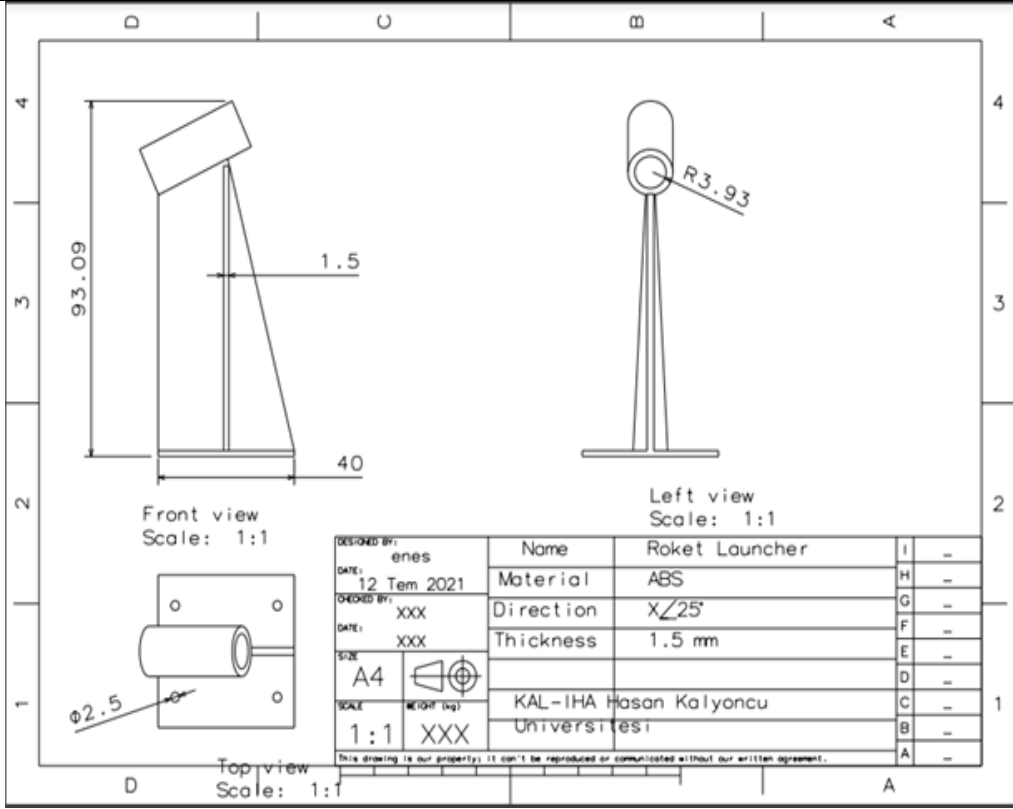
Resim 2.5 1 Atış Mekanizması

Atış mekanizması mekanik ve elektronik kısımlardan oluşmaktadır. Mekanik kısım namlu tutucu (PLA) , Namlu (Alüminyum materyal) dan oluşmaktadır. Elektronik kısım Ana devreden alınan 7.4 V gerilim kullanılarak resistance telinin ısıtılmasıyla roket fitili ateşlenmektedir. Resistance teli rc role tarafından anahtarlanmaktadır. Rc role açma kapama sinyaller pixhawk kartı tarafından otonom olarak gönderilmektedir.



Resim 2.5 2 Hava aracı üzerinde montajı

Kanat altına namlu tutucu yukarıdaki resimde de görüldüğü gibi ağırlık merkezi göz önünde bulundurularak yerleştirilmiştir.Yapılan testlerde gereken mukavemete ulaşıldığı görülmüştür.



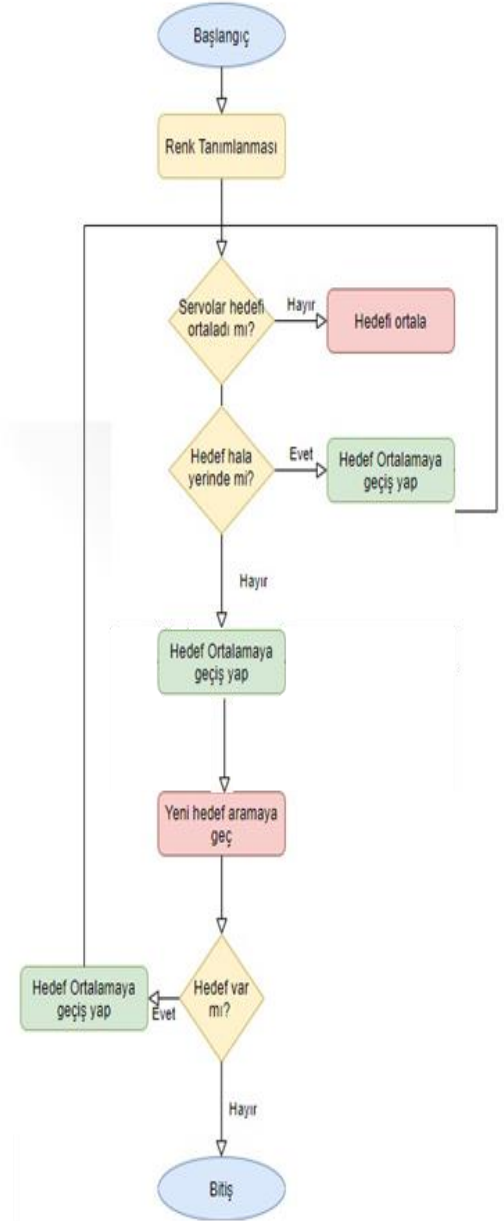
Resim 2.5 3 Atış sistemi boyutlandırma

YAZILIM

Üretilen İHA'nın yarı otonom uçuş, nesne tabanlı istihbarat sağlama ve otonom hedef olarak roket ateşleme sistemlerini içermektedir. Yarı otonom uçuş için Pixhawk Cube Orange tipi uçuş kontrol kartı mevcut sisteme entegre edilerek uçuş sağlanmaktadır. SSD mobilnet altyapısı kullanılarak yazılan istihbarat sistemi uçuş anında belirli nesnelerin tespitini yaparak yer istasyonuna aktarılacaktır. Çalışma algoritmasına nesne tespitini en üst seviyeye çıkartmak için doğrulama -Yazılımdaki parametre değeri threshold- yapılmıştır;

Yazılm algoritması Resim 2.2.1. de belirtilmiştir. Görüldüğü üzere, program PID sistemi eklenerek hata payının minimum düzeyde tutarak çalıştırması planlanmıştır.

Yazılan Sistemde Servolar kullanılarak hedefi ortalamak için kullanılıp düzgün bi atış yapılması planlanmaktadır. Birden fazla hedef olma durumunda hedeflerin tespiti büyük önem arz etmektedir. Kodun ilk aşamasında renk-obje tanımlaması yapılmıştır. Bundan sonra bir karar aşamasına geçerek servoların hedefi ortalaması için bir döngü oluşturulmuştur. Eğer hedef ortada ise ateşlemeye geçiş yapılır. Ateşleme yapıldıktan sonra ise atışın doğruluğunu test etmek için hedef aranmaya devam edilir.



Resim 2.5 4 Sistem algoritması

```

classNames=[]

classFile = 'coco.names'
with open(classFile,'rt') as f:
    classNames = f.read().rstrip('\n').split('\n')

configPath = 'ssd_mobilenet_v3_large_coco_2020_01_14.pbtxt'
weightsPath = 'frozen_inference_graph.pb'

#tanima kısmı
net = cv2.dnn_DetectionModel(weightsPath,configPath)
net.setInputSize(320,320)
net.setInputScale(1.0/ 127.5)
net.setInputMean((127.5, 127.5, 127.5))
net.setInputSwapRB(True)

while True:
    succes,img = cap.read()
    ClassIds, confs, bbox = net.detect(img,confThreshold=thres)

    print(type(bbox))
    print(bbox)

    #indices = cv2.dnn.NMSBoxes(bbox,confs,thres,nms_threshold)

    if len(ClassIds) != 0:
        for ClassIds, confidence,box in zip(ClassIds.flatten(),confs.flatten(),bbox):
            cv2.rectangle(img,box,color=(255,0,0),thickness=2)
            cv2.putText(img,classNames[ClassIds-1],(box[0]+10,box[1]+30),
                cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX,1,(0,255,0),2)

            cv2.putText(img, str(confidence), (box[0] + 150, box[1] + 30),
                cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 1, (0, 255, 0), 2)

    cv2.imshow("Output",img)
    cv2.waitKey(1)

```

Resim 2.5 5 Mobilenet ile tasarlanmış nesne tespit program yazılımı

Yazılımın bir diğer kısmı olan otonom atış sisteminin çalışma prensibi önceden tanımlanan hedef için okulumuzda üretilen 2 eksenli bir atış mekanizmasını çalıştırmak için yazılan bir algoritma hedefe kilitlenerek üzerindeki mühimmatı göndererek hedefi etkisiz hale getirmeyi hedeflemiştir. Yapılan bu yazılımlar Python OpenCV kütüphanesi kullanılarak Jetson Nano ve Raspberry pi üzerine yazılmıştır.

```

_, imageFrame = webcam.read()

hsvFrame = cv2.cvtColor(imageFrame, cv2.COLOR_BGR2HSV)

red_lower = np.array([136, 87, 111], np.uint8)
red_upper = np.array([180, 255, 255], np.uint8)
red_mask = cv2.inRange(hsvFrame, red_lower, red_upper)

kernal = np.ones((5, 5), "uint8")

red_mask = cv2.dilate(red_mask, kernal)
res_red = cv2.bitwise_and(imageFrame, imageFrame,
    mask=red_mask)

contours, hierarchy = cv2.findContours(res_red,
    cv2.RETR_TREE,
    cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

for pic, contour in enumerate(contours):
    area = cv2.contourArea(contour)
    if (area > 500):
        x, y, w, h = cv2.boundingRect(contour)
        imageFrame = cv2.rectangle(imageFrame, (x, y),
            (x + w, y + h),
            (0, 0, 255), 2)

        cv2.putText(imageFrame, "Kırmızı", (x, y),
            cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 1.0,
            (0, 0, 255))

cv2.imshow("Kırmızı Renk Tanıma", imageFrame)
if cv2.waitKey(10) & 0xFF == ord('q'):
    cap.release()
    cv2.destroyAllWindows()
    break

```

Resim 2.5 6 Otonom atış mekanizması kodu yazım aşaması

2.6 Sadelik

Aracımız yukarıda da belirtildiği gibi görüntü işleme ve 2 adet roketleme sistemi ile hedefleri imha etmesi beklenmektedir. Bu yapacak olduğumuz donanımlar ile uçağımız bünyesinde iki ayrı İHA kategorisini tek bir uçak üzerinde birleştirilerek maliyet, zaman gibi değerli kaynaklardan tasarruf edilmesi planlanmıştır. Ateşlenecek roket mekanizması birbirinden bağımsız olup tespitini kendi içinde hedefleyerek başarılı bir şekilde ateşleme yapabilmektedir. Bunun amacı birbirinden bağımsız hedefleri etkisiz hale getirmek ve bunu yaparken İHA'nın hava sahası içerisinde kendine göre avantajlı olan konumu bozmamasıdır.

2.7 Hakem Takdiri

3. BÜTÇE TABLOSU

No	Talep edilen malzeme/hizmet vb.	Miktar (TL)	Gerekçe (Çok bilinen malzeme veya hizmetler için gerekçe belirtmeye gerek yoktur. Kullanım amacında netlik bulunmayanlar için gerekçe belirtiniz)
1	KONAKLAMA	4000 ₺	
2	ULAŞIM	3000 ₺	
3			

*Tabloya ihtiyaç halinde satır eklemesi yapılabilir

4. KAYNAKÇA

[1] Learning OpenCV, Gary Bradski and Adrian Kaehler, 2008

[2] Udeanu G., Dobrescu A. and Oltean M., (2016). Unmanned Aerial Vehicle in Military Operations, Scientific Research And Education In The Air Force- AFASES 2016, Sayfa 199.

[3] A.Serkan AKGÜL Abdurrahman HACIOĞLU, İHA tasarımını etkileyen parametrelerin incelemesi

[4] Gabriel Staples, 2013. <https://www.electricrcaircraftguy.com/>

[5] OpenCV.org. Hough Line Transform [online]. OpenCV development team. November 2014. URL: https://docs.opencv.org/3.0/beta/doc/py_tutorials/py_imgproc/py_houghlines/py_houghlines.html. Accessed 20 October 2017