



**ULUSLARARASI SERBEST GÖREV**  
**İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI YARIŞMASI DETAYLI TASARIM**  
**RAPORU**

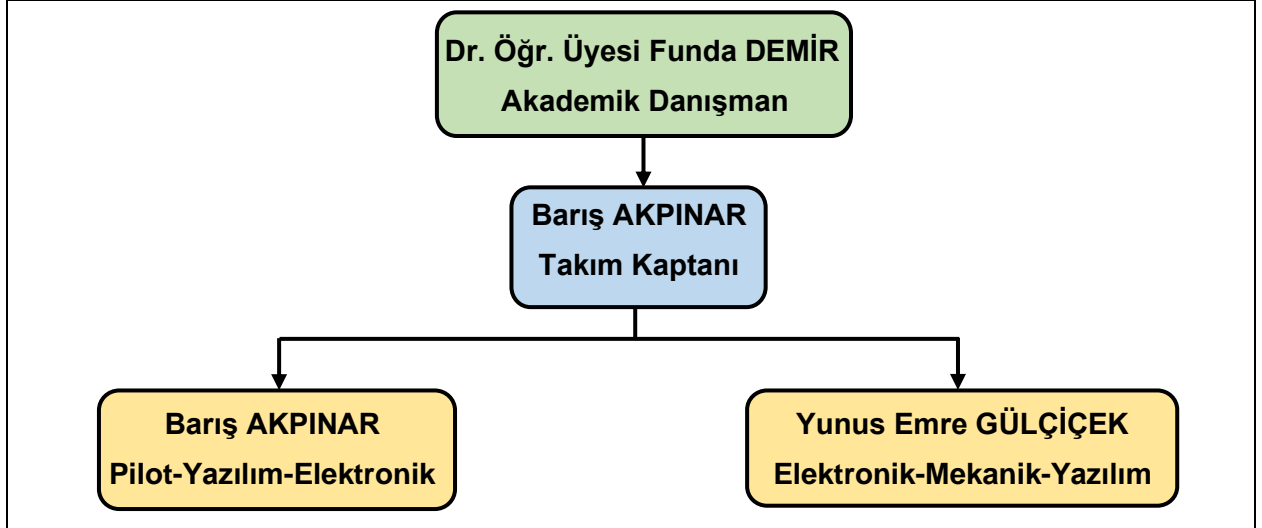


<b>TAKIM ADI: ALKA İHA</b>	
<b>ARAÇ TÜRÜ: SABİT KANAT</b>	
<b>ARAÇ GELİŞTİRME ŞEKLİ</b>	<b>Yeni Araç</b>
<b>OKUL / KURUM / ÜNİVERSİTE ADI: KARABÜK ÜNİVERSİTESİ</b>	
<b>TAKIM SORUMLUSU ADI/SOYADI: BARIŞ AKPINAR</b>	

## 1. ORGANİZASYON ÖZETİ

### 1.1. Takım Organizasyonu

ALKA İHA Takımı Karabük Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü ve TOBB Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu akademik personeli ve öğrencilerinden oluşan bir takımdır. Dr. Öğr. Üyesi Funda DEMİR akademik danışman olarak takım içerisinde destek vermektedir. ALKA İHA Takımı elektronik, mekanik, yazılım ve pilotaj olmak üzere dört ana temel başlık olarak ayrılmaktadır. Takım kaptanı Barış AKPINAR Karabük Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği dördüncü sınıf öğrencisi olarak eğitim hayatına devam etmektedir. Yazılım bilgisi ve çeşitli programlama dillerine hâkim olmasının yanı sıra elektronik konusundaki bilgi ve tecrübelerinden dolayı elektronik anlamda da takıma destek vermektedir. Ayrıca takım içerisinde mekanik, elektronik ve yazılım bölümleri arasındaki iletişimden sorumlu kişi olmakla beraber pilotluk tecrübesi ile takıma pilotaj konusunda da destek vermektedir. ALKA İHA Takım üyesi Yunus Emre GÜLÇİÇEK Mekatronik Mühendisliği dördüncü sınıf öğrencisi olarak eğitim hayatına devam etmektedir. İnsansız hava araçları tasarımındaki bilgi ve tecrübesinin yanı sıra iki boyutlu ve üç boyutlu teknik çizim programlarındaki bilgisinden dolayı mekanik anlamda, elektronik ve yazılım konusundaki tecrübesinden dolayı da takım içerisinde elektronik ve yazılım bölümlerinde destek vermektedir. ALKA İHA takımı önceki senelerde KBUİHA kulübü adı altında 2019 yılında TEKNOFEST yarışması kapsamında TÜBİTAK Uluslararası İnsansız Hava Araçları Yarışmasına katılmıştır. ALKA İHA Takımının organizasyon şeması Şekil 1'de gösterilmektedir. Çizelge 1'de ALKA İHA Takımının iş-zaman çizelgesi verilmektedir.



Şekil 1. ALKA İHA Takımı organizasyon şeması.

Çizelge 1. İş-Zaman çizelgesi.

İş Paketleri	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Süre (Gün)
<b>Kavramsal ve Taslak Tasarım</b>	<b>08.02.2021</b>	<b>04.04.2021</b>	<b>55</b>
Kavramsal Tasarım	08.02.2021	13.03.2021	34
Taslak Tasarım	14.03.2021	04.04.2021	21
<b>Detaylı Tasarım ve Malzeme Seçimi</b>	<b>05.04.2021</b>	<b>31.07.2021</b>	<b>118</b>
Detaylı Tasarım	05.04.2021	15.05.2021	41
Malzeme Seçimi	16.05.2021	12.06.2021	28
Tasarımın Güncellenmesi	16.04.2021	31.07.2021	77
<b>Prototip İmalatı ve Sistem Entegrasyonu</b>	<b>17.05.2021</b>	<b>28.06.2021</b>	<b>43</b>
Prototip Gövde İmalatı ve Montajı	17.05.2021	22.06.2021	37
Elektronik Sistem Entegrasyonu	17.05.2021	05.06.2021	16
Malzeme Tutucu Sistem İmalatı ve Montajı	26.05.2021	28.06.2021	34
<b>Prototip ve Sistem Testleri</b>	<b>29.06.2021</b>	<b>16.08.2021</b>	<b>48</b>
Prototip Gövde Testi	29.06.2021	06.07.2021	8
Otonom Uçuş Testleri	07.06.2021	16.08.2021	40
Görev 1 Testi	07.06.2021	16.08.2021	40
Görev 2 Testi	07.06.2021	16.08.2021	40

## 2. DETAYLI TASARIM RAPORU (30 Puan)

### 2.1 Tasarım ve Uçuş Kararlılığı (5 Puan)

Yarışmadaki görevler baz alınarak mümkün mertebe sağlam ve hafif bir gövdenin tasarımı gerçekleştirilmiştir. Sabit kanat bir İHA için yarışmada manevra kabiliyeti yüksek olması adına yük taşıma durumu da dikkate alındığında gerekli kaldırma kuvvetini sağlaması için NACA-4415 kanat tipine karar verilmiştir. Monoplane olan uçağımız kolay üretim ve yüzey alanı genişliği faydası sağlamasından ötürü konvansiyonel kanat geometrisi ile üstten kanatlı olacak şekilde tasarlanmıştır. Seçilen kanat, tipine göre kanat açıklığı 1500 mm olacak şekilde strafor malzeme olan XPS'den üretilmiştir. Strafor malzemenin dayanımını arttırmak adına kanadın üst ve alt yapısı lifli bantlar ile kaplanarak kanadın mukavemeti artırılmış ve stabil uçuş yapma özelliği kazandırılmıştır. Daha kolay kontrol ve üretim kolaylığı adına V kuyruk geometrisinden geleneksel T kuyruk konfigürasyonuna geçilmesine karar verilmiştir. İHA kanat boyutlandırmaları ana kanat yüzey alanı ölçülerinin %15-20 sini oluşturacak şekilde yapılmıştır. İHA gövdemiz, 3B yazıcıdan PLA malzemeler ile basılan destek noktaları ve karbon fiber plakalar ile desteklenecek şekilde tasarlanmıştır. Günümüzde 3B yazıcıdan kabuk formlarda çeşitli hava araçları yapılmaktadır ancak birçoğu oldukça mukavemetsiz veya ağır olmaktadır. Tasarımını gerçekleştirdiğimiz İHA modelinde ana gövde XPS köpük malzemedan üretilmiştir. Ayrıca ana gövdenin modüler bir yapıya sahip olmasını sağlamak için 3B yazıcıdan gövdeye ek parçalar üretilmiştir. Bu sayede hafif ve mukavemetli bir gövde üretilmiştir. İHA'mızın tasarımında kullanılan modüler yapı fikri Sabit kanatlı İHA'mızın özgün kısımlarından biridir. İHA'mızın modüler yapıda olması sayesinde olası kırım durumlarında hasar alan parçanın yedeği ile hızlıca değiştirilmesi ve tekrar uçuşa hazır hale getirilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca kısmi tasarım değişikliğine gidildiğinde İHA'mızın yeniden yapılması yerine sadece ilgili parçanın değiştirilmesi sağlanmaktadır. Modüler yapıların birbirleriyle birleştirildiği yerlerde karbon fiber levha ve balsadan faydalanılmıştır. Bu sayede birleşim noktalarındaki düşük mukavemet artırılarak İHA'mızın gövdesinin dayanımını yükseltilemektedir. Kanadın gövdeye bağlantısı karbon fiber borular aracılığıyla yapılmaktadır. Kanat içerisinde karbon fiber boruların sabitlenebilmesi için 3B yazıcıdan çıkarılan plastik parçalar kullanılmaktadır. Gövdeye sabit olan karbon fiber borular kanattaki plastik parçaların içerisinden geçirilerek civatalarla ve somunlarla sabitlenmektedir. Ayrıca kanatlardaki servoların elektriksel bağlantısı da boruların içerisinden geçirilen dişi erkek soket yapısıyla sağlanmaktadır. Kuyruğun gövdeye takılmasında karbon fiber boru kullanılmıştır. İHA'mızın kuyruk kısmı karbon fiber boru üzerine imal edilmiştir. Karbon fiber boru üzerine T kanat yapısında kullanılan plastik ve hareketli parçalar monte edilmiştir. Kuyruğun gövdeye monte edilmesinde 3B yazıcıdan üretilen plastik parçadan faydalanılmaktadır. Plastik parça içerisine

sabitlenen karbon fiber boru, civata ve somunla birleştirilmektedir. Kuyrukta kullanılan servoların elektriksel bağlantısı için dişi erkek soket kullanılarak yapılmaktadır. Sabit kanatlı İHA'mızın tasarımında önden ve tek motorlu bir itki sistemine sahip bir yapı üzerinden gidilmiştir. İHA'mızın itki sisteminin seçiminde İHA'nın ağırlığı ve görev isterleri dikkate alınmıştır. Bu parametrelere göre SunnySky X3120-950Kv motor kullanılması tercih edilmiştir.

### Tasarımın Boyutsal Parametreleri

Çizelge 2'de İHA'mızın genel özelliklerine (boyutları, ağırlığı, diğer özellikleri), kanat ve kuyruk özelliklerine ve aracın ağırlığına dair bilgiler yer almaktadır.

Çizelge 2. İHA genel özellikleri.

Genel Özellikler	
Uzunluğu	110cm
Yükseklik	30cm
Ağırlık	3,1kg
Taşıma Katsayısı (CL)	0,346
Motor	SunnySky-X3120
Pervane Boyutu	13x8
Kanat Tipi	NACA-4415
Kanat Açıklığı	150cm
Kanat Alanı	0,330m <sup>2</sup>
CL/CD	20,451
Hücum Açısı	0 derece
Ok Açısı	0 derece

İHA tasarım hesaplamalarımızı yaparken, kanat seçiminden itki sistemimize kadar çapraz karşılaştırmalı olarak oluşturduğumuz kriterler kullanılmıştır. Manevra kabiliyetinin iyi olması, yeterli kaldırma kuvvetini sağlaması, sürüklenme kuvvetinin az olması ve yunuslama momentinin yeterli olması sebebi ile NACA-4415 kanat tipi uygun görülmektedir. Bu kanat tipi ile kanat açısı 0 derece hücum açısında iken bile araca yeterli taşımayı sağlamaktadır. Süreç içerisinde bilgisayar ortamında aynı şartlar altında testler gerçekleştirilerek seçilen kanat tipi diğer kanat tipleri ile kıyaslanmıştır. Kanat alanı ve hız parametrelerinin karşılaştırmalı bir

şekilde gösterimi Eşitlik 1'deki formül ile hesaplanarak tablo haline getirilmiştir. Farklı hızlardaki taşıma kuvveti değerlerimiz Çizelge 3'te görülmektedir.

$$\text{Taşıma Kuvveti Hesabı } L = \frac{C_L \times \rho \times V^2 \times A}{2} \quad (1)$$

Çizelge 3. Kanat alanına göre hız karşılaştırması.

Hız	Kanat Alanı	Taşıma Katsayısı (CL)	Taşıma Kuvveti (L)
16 m/s	0,330 m <sup>2</sup>	0,346	17,90
17 m/s	0,330 m <sup>2</sup>	0,346	20,12
18 m/s	0,330 m <sup>2</sup>	0,346	22,65
19 m/s	0,330 m <sup>2</sup>	0,346	25,24
20 m/s	0,330 m <sup>2</sup>	0,346	27,97

Seçilen kanat tipi ve seçilen SunnySky X3125 motorla birlikte uyumlu olarak çalışabilmesi için motor parametrelerine bakılarak 13x8 pervane seçilmiştir. İHA'mızın maksimum hızı ve seyir hızının hesaplanması için motorun devir sayısı ve pervanenin hatve değeri parametreleri kullanılmıştır. Bu hız değerleri 16 m/s ile 20 m/s arasında değişmektedir. Bu hız aralığı ile oluşturmuş olduğumuz çizelgedeki alanlara karşılık gelen taşıma kuvveti değerleri kıyaslanınca uçağımızın ağırlığına göre istediğimiz kaldırma değerini veren 20 m/s seyir hızının ve 0,330 m<sup>2</sup> kanat alanının uçağımız için uygun olduğu görülmüştür. Çizelge 4'te SunnySky X3125-950Kv motorumuza ait bilgiler itme, volt ve amper değerleri yer almaktadır.

Çizelge 4. SunnySky X3120-950Kv motor bilgileri.

Pervane	Volt (V)	Amper (a)	İtme (g)	Watt (W)	E(g/W)
13*8	14,8	3,9	500	57,72	8,7
		6,7	750	99,16	7,6
		9,8	1000	145,04	6,9
		13,3	1250	196,84	6,4
		17,4	1500	257,52	5,8
		26	2000	384,8	5,2
		37	2500	547,6	4,6
		42,4	2750	627,52	4,1
		51,4	3120	760,72	4,1

Kanat tasarımı yapılırken dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli parametre ise kanat açıklık oranıdır (AR). Kanadın açıklık oranının (AR) azalması ve ok açısının artırılması ile kanat taşıma katsayısı azalmaktadır. AR değeri arttıkça taşımadan kaynaklı sürtünme azalmaktadır. Bu sebeple indüklenmiş sürüklenmeyi azaltmak için açıklık oranı (AR) yüksek bir değer seçilmektedir. Düşük indüklenmiş sürüklenme için kanata sivrilme verilebilir. Sivrilme çok fazla verilirse Re sayısı nedeni ile kanat ucunda performans düşürülebilir.

$C_L$  değerinin formülü Eşitlik 2'de verilmektedir. Eşitlik 3'te  $C_L$  değerinin hesaplanmasında kullanılan  $q$  ifadesi verilmektedir.

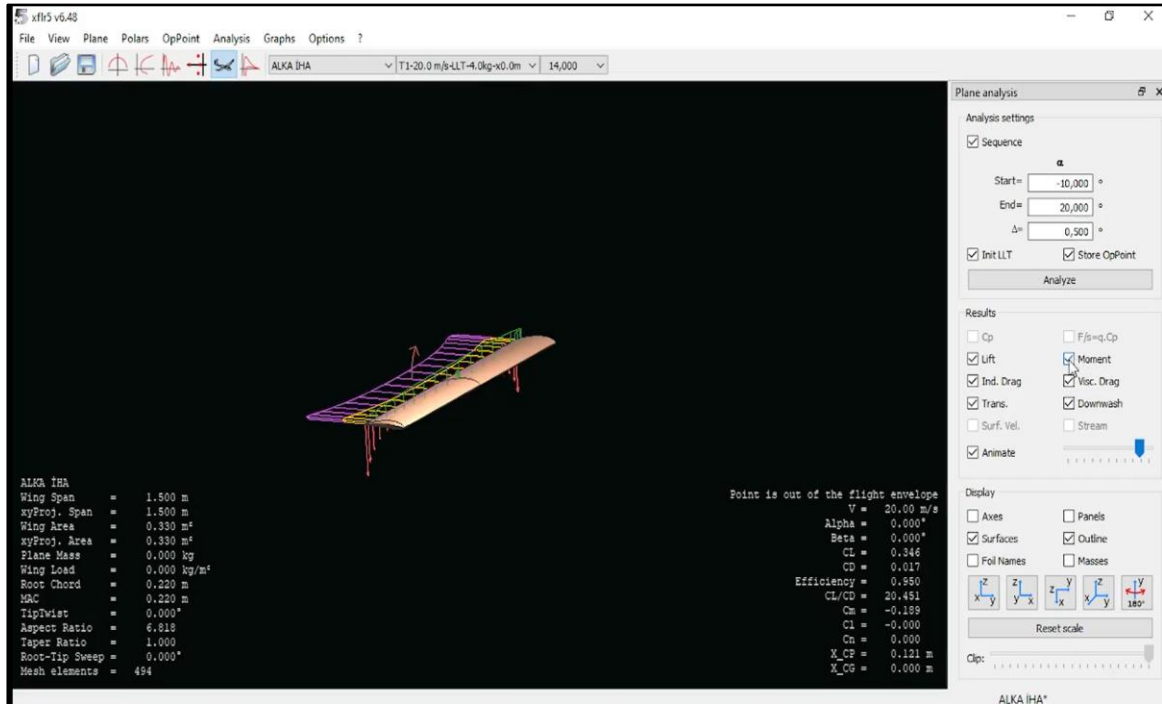
$$C_L = \frac{L}{q \times S} \quad (2)$$

$$q = \frac{\rho \times V^2}{2} \quad (3)$$

$$q = (0,5) \times (1,225\text{kg/m}^3) \times (20^2) = 245$$

$$C_L = \frac{27,97}{245 \times 0,330} = 0,3459$$

Buradaki formüller ile hesaplamaların yanı sıra XFLR-5 programı üzerinde de 0,346 değeri grafikten okunarak çift taraflı doğrulama elde edilmiştir. Şekil 2'de XFLR-5 programına ait kanat analizi akış testi verilmektedir.



Şekil 2. Seyir hızında nihai akış testi.

## 2.2 Kabiliyet (5 Puan)

Görüntü işleme tabanlı yük bırakmak için tasarladığımız sabit kanatlı hava aracımız, güçlü itki sistemi ve yüksek hassasiyetli konum belirleme sistemleri ile donatılmıştır. Yüzey alanlarının iyileştirilmesi ve düşük perdövites karakteristiği sebebi ile boyutuna kıyasla 18metre gibi dar bir dönüş yarıçapına sahiptir. Seyir hızı aralığı geliştirilerek sahip olduğu güçlü itki sisteminden en yüksek verimi alabilmektedir. Böylece istenilen sürelerde görevleri tamamlayabilmesi hedeflenmektedir. Nihai tasarımıımızda yer verdiğimiz gerçek zamanlı görüntü işlememize olanak veren Raspberry Pi4 cihazımıza daha kararlı sonuçlar almak amacı ile uygun alt sistemler entegre edilmiştir. Bu seçim ve elektronik alt yapı neticesinde yük bırakma sisteminin optimum hassasiyeti sağlanmış olup hava aracımızın oto pilot özellikleri ile daha kararlı hale getirilmiştir. Gerçekleştirmiş olduğumuz testlerde yer hedeflerine Rover bırakma konusunda başarı oranımız %80 seviyesindedir. Yarışma tarihine kadar yapmayı planladığımız geliştirmeler ile bu oranı daha da yüksek seviyelere çekmeyi planlamaktayız.

### Stabilite ve Kontrol Özellikleri

Konvansiyonel bir kuyruğa sahip İHA'mızın kontrol özelliklerini arttırabilmek için kuyruk uzunluğu optimum seviyede tutulmuş, kontrol yüzey alanları yeterli olması gerekenden %8 arttırılmıştır. Böylece oto pilotun uçağı kontrolü kolaylaştırılmıştır. Uçağın iniş ve kalkıştaki dengesi için iniş takımı kuyruktan tekerlekli olarak tercih edilmiştir. Yapılan bu değişiklik kalkış öncesi taksi yapımında ve stabil bir şekilde yunuslama yaparak kalkış gerçekleştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu seçim yapı hafifliği ve üretim ekonomisi bakımından tercih edilmektedir. Tasarlanan İHA sistemi kontrolü yüksek olması isteri nedeniyle pozitif kararlılık ile uçuşlarını gerçekleştirmektedir.

### Test Planı

İHA test programımızda uyguladığımız birkaç çeşit senaryo bulunmaktadır. Bunlardan biri uçuş dinamiği ve oto pilot ayarlamaları için yüksek irtifada ani manevralı testlerken, bir diğer test senaryomuz görev simülasyonundan oluşmaktadır. Bu testte görevlerin gerçekleşeceği alanı temsil eden yeteri genişlikte bir alanımız ve yük bırakmak için her defasında değiştirdiğimiz konumlarımız bulunmaktadır. Burada hem yük bırakabilme hem de atış doğruluğunu iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır.

### Test ve Takvimi

Çizelge 5'te yapılan testlere ait sonuçlar verilmektedir. Yapılan testlerin sonuçlarına göre İHA'mızda çeşitli geliştirmeler yapılmıştır. Tasarım aşamasında fark edilemeyen durumlar

yapılan testler aracılığıyla tespit edilmektedir. Çizelge 5'te testin yapıldığı konum, hava durumu test türü testin sonucu ve test sonucuna göre yapılan geliştirmeler verilmektedir.

Çizelge 5. Test sonuçları.

Uçuş No	Hava Durumu	Yer	Test Türü	Sonuç	Geliştirme
1	Güneşli, hafif rüzgârlı	Stadyum	Uçuş dinamiği	Motor Açısı problemi - kırım	3 derece sağ ve 3 derece aşağı yapıldı
2	Bulutlu, rüzgârlı	Stadyum	Uçuş dinamiği	Denge problemi kırım	Kanat ağırlık merkezi baz alınarak pilin konumu değiştirildi.
3	Güneşli, hafif rüzgârlı	Stadyum	Uçuş dinamiği	Yetersiz kontrol yüzeyi alanı kırım	Kanatçık yüzey alanları %8 artırıldı
4	Yağmurlu -hafif rüzgârlı	Stadyum	Uçuş dinamiği	Başarılı uçuş ancak sert iniş	İniş takımı bağlantıları iyileştirildi.
5	Bulutlu, hafif rüzgârlı	Stadyum	Görev Simülasyonu	Oto pilot tepkileri yavaş	Oto pilot ince ayarlamaları yapıldı

#### Uçuş Performans Parametreleri

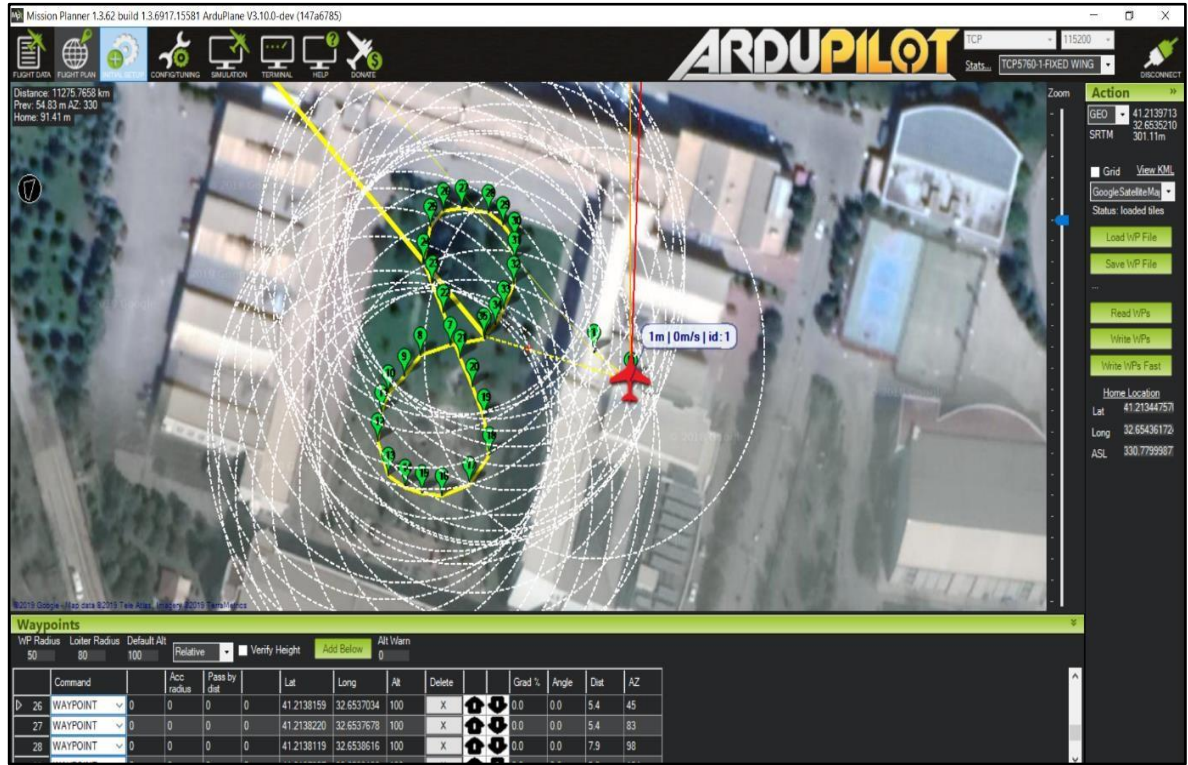
Hava aracımızın hesaplanarak test edilen uçuş performans verileri aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Çizelge 6. İHA'nın performans özellikleri.

Performans Özellikleri	
Seyir Hızı	19-20m/s
Maksimum Hız	23m/s
Stol Hız	17m/s
Minimum dönüş yarıçapı	18m

İHA'mızın iniş ve kalkışı iki farklı yöntem ile sağlanmaktadır. Birincisi uçak sürücüsü tarafından kumanda aracılığı ile gerçekleştirilen manuel kalkış ve iniş sistemi, ikincisi ise otopilot kartı olan Pixhawk ile yapılan otonom kalkış ve iniştir. Pixhawk uçuş kontrol kartı bilgisayar üzerinde bulunan Mission Planner programı aracılığı ile otonom olarak kalkış ve iniş yapabilmektedir. uçuş ve kalkış sistemidir. Mission Planner programı İHA'mızın otonom kalkış, iniş ve görev uçuşunun programlanmasının yapıldığı bir bilgisayar ara yüzüdür. Bu arayüz sayesinde İHA'mız belirtilen yükseklik ve koordinatlarda uçuşunu otonom olarak gerçekleştirebilmektedir. Şekil 3'te Mission Planner'da oluşturulan otonom uçuş rotasının görüntüsü verilmektedir.

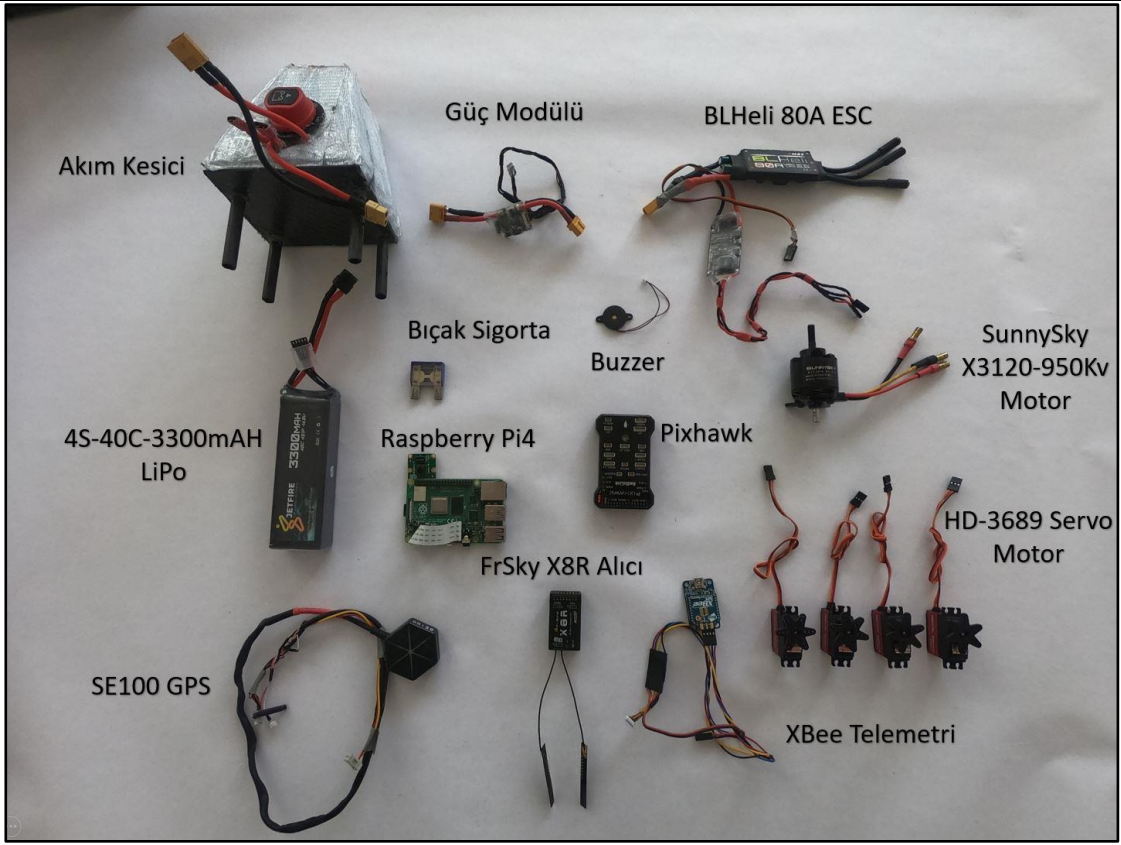




Şekil 3. Mission Planner'da oluşturulan otonom uçuş rotası.

## ELEKTRONİK ENTEGRASYON

İHA sisteminde uçuş kontrol kartı olarak ilk tercih ettiğimiz kart Navio2 olmuştur. Fakat yapılan testler sonucunda Navio2 kartının İHA'mızda kullanacağımız otonom özelliklerin yetersiz görülmesi ve geç tepki vermesi nedeni ile uçuş kontrol kartında değişikliğe gidilmiştir. Bu nedenlerden ötürü sistemimizde yeni tercih ettiğimiz uçuş kontrol kartımız Pixhawk olmuştur. Uçuş kontrol kartının değişmesi ile alt sistemlerde de optimizasyonu sağlamak amacı ile birçok değişikliğe gidilmiştir. Şekil 4'te İHA'nda kullanılan elektronik bileşenler verilmektedir. İHA güvenlik sistemi bölümünde ise 100A değerinde bıçak sigorta akım kesici ile kullanılmaktadır. LiPo batarya üzerinden servo motorlarımıza yeterli akım sağlayabilmek için BLHeli 80A ESC üzerinden 5A UBec çıkışı alınmaktadır. Power HD-3689MG servo motorlar ile aileron hareketini gerçekleştirdiğimizde servo motorlarımızın yük altında yüksek akım çekerek sisteme zarar vermesini önlemek amacı ile UBec takviyesi gerçekleştirilmiştir. İHA üzerinde iyi bir konum izleme sisteminin kullanılması sağlıklı testler yapmak için çok önemliden önemli modüller arasında yer almaktadır. Pixhawk modülü ile uyumlu çalışabilmesinden dolayı sistemimizde Radiolink SE100 GPS modülünü kullanmaktayız. Alıcı kısmında ise bizlere yüksek menzil imkanları sunan FrSky X8R Receiver modülünü sistemimiz içerisinde kullanmaktayız.



Şekil 4. İHA'mızın içerisindeki elektronik bileşenler.

Telemetri sisteminde düşük güç tüketimi ve kolay kullanımı sebebi ile İHA içerisinde ve Yer Kontrol istasyonunda XBee alıcı-verici modüller kullanılmıştır. Pixhawk modülümüzden gelen veriler XBee aracılığı ile yer istasyonuna uçtan uca şifreleme ile gönderilmekte olup ayrıca yer istasyonundan gönderilecek olan komutlar da aynı sistem üzerinden Pixhawk'a iletilmektedir. Şekil 5'te Yer kontrol istasyonumuz verilmektedir.



Şekil 5. Yer kontrol istasyonumuz

## PERFORMANS SONUÇLARI

Test uçuşları sırasında üretim ve teknik hesap hataları nedeniyle ilk denemeler kırım ile sonuçlanmıştır. Sonrasında gerçekleştirilen uçuş testlerinde sorunlar tespit edilerek giderilmiş ve nihai hedef olan dengeli uçuş başarısına erişilmiştir. Hedeflenen dengeli uçuşun gerçekleşmesi ile manevra kabiliyetinin artırılabilmesi adına kontrol yüzey alanları artırılarak dönüş yarı çapı azaltılmıştır.

### Alt Sistemlerin Performansı

Rover bırakma görevini yerine getirebilmek için servo kontrollü bir mekanizma kullanılmaktadır. Bu mekanizmanın belirtilen koordinatlarda ve atış fonksiyonuna göre zamanında ve kararlı bir şekilde çalışabilmesi amacı ile çeşitli testler gerçekleştirilmiştir. Rover bırakma işlemi Raspberry Pi4 yardımı ile görüntü işleme algoritması ile gerçekleştirilmektedir. Testlerimiz esnasında gün ışığının farklı saatlerde ya da farklı açılardan gelmesinden dolayı görüntü üzerindeki renk değişikliği gibi durumlar teste tabi tutularak daha tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Çizelge 7’de farklı zaman ve koşullara ait test sonuçları gösterilmektedir. İlerleyen süreç boyunca daha fazla test yapılması görevin başarı ile tamamlanma yüzdesini önemli ölçüde etkileyecektir.

Çizelge 7. Görev 2 test sonuçları

No	Hava Durumu	Saat	Sonuç
1	Güneşli	12:00	Başarılı
2	Bulutlu	13:30	Başarılı
4	Güneşli	12:15	Başarılı
5	Güneşli	16:00	Başarılı
6	Bulutlu	15:30	Başarısız-Alandan 4m uzak noktaya bırakıldı
7	Bulutlu	16:15	Başarılı
8	Rüzgârlı	16:00	Başarılı
9	Rüzgârlı	17:15	Başarısız-Yük geç bırakıldı
10	Hafif Rüzgârlı	16:45	Başarılı

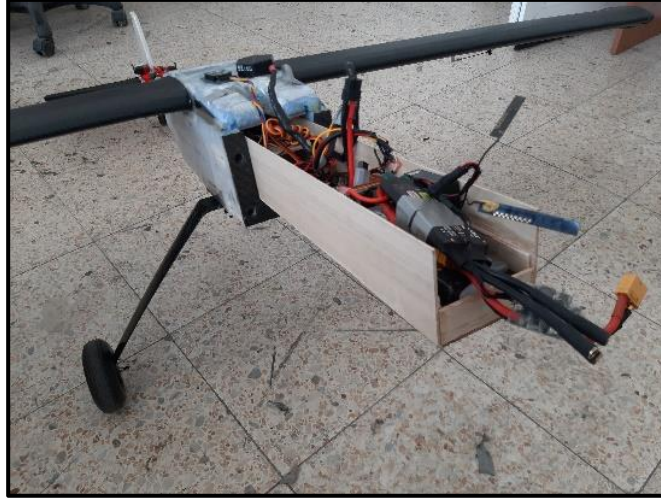
### 2.3 Faydalılık (5 Puan)

Tasarlanmış olan İHA'mız günümüz dünyasının pek çok sorununa çözüm sunmaktadır. Arama kurtarma, yangın söndürme, acil yardım gönderme ya da keşif aracı olmak gibi birçok göreve konfigüre edilebilen bir yapıya sahiptir. İstenilen göreve göre İHA sistemine kolayca entegre edilebilen Rover aracımız, hedefin tespit edilmesi durumunda istenen bölgeye tam otonom olarak iniş yaparak görevini icra etmektedir. Bununla beraber yere inişinden itibaren bağımsız bir şekilde hareket edebilme yetisine sahiptir. İHA sisteminde gerçekleşen tüm bu görevler Rover aracı yere indikten sonra da anlık olarak yer kontrol istasyonundan izlenebilmektedir. Görev isterlerine göre İHA ile ister kumanda tarafından ister yer kontrol istasyonundan Rover aracı kontrol edilebilmektedir. Bu yarışmada şehire uzak konumda yaralanan bir vatandaşımıza Rover aracımız ile ilk yardım malzemesi ulaştıracağız. İHA'mız ile vatandaşımızın yeri tespit edilecek ardından vatandaşımıza ilk yardım malzemelerini ulaştırması için İHA'mızdan Rover aracımızı bırakacağız. Bu sayede sağlık kurumlarına uzakta ve yaralı durumdaki vatandaşlarımıza hızlıca müdahale etmeyi hedeflemekteyiz.

### 2.4 Yenilik (5 Puan)

Özgün bir tasarıma sahip olan İHA'mızın modüler bir yapıya sahip olması iddialı özellikleri arasında bulunmaktadır. Görev sırasında herhangi bir parçanın kırılma uğraması durumunda hızlı ve kolay bir şekilde parça değişimine olanak sağlayabilecek bir tasarım gerçekleştirilmiş olması saha içinde hızlı ve kolay müdahaleye imkân sağlamaktadır. İHA'mızın prototip üretimi aşamasında ana malzeme olarak köpük kullanıldığından muadillerine göre çok daha hafif olmaktadır. Kanat tasarımında ise tek parça kanat yerine modüler olarak gövde üzerinde birleşebilen iki yapıya kanat tasarımı gerçekleştirilmiştir. Herhangi bir kırılma ya da deforme durumunda istenilen sağ ya da sol kanat değiştirilebilir özelliğindedir. İHA'mızın sisteminde değiştirilebilir tek parça kanatlarımız değildir. Bununla beraber kuyruk yapısı, motor başlığı, motorun kendisi ve İHA'mızın en önemli bileşenlerini oluşturan elektronik bileşenlerimizin bulunmuş olduğu yapı kolayca değişebilmektedir. Şekil 6'da görülen İHA'mızın en kritik bileşenlerini içeren elektronik kutumuz kolay bir şekilde çıkarılarak başka bir gövdeye ya da İHA sistemine kolaylıkla aktarılabilir. İHA'mızın yetenekleri konusunda ise ön plana çıkan bir diğer husus ise görüntü işleme teknolojisidir. İstenilen göreve göre konfigüre edilebilen Rover aracını bırakmak için uçuş anında gerekli tüm hesaplamaları üzerinde bulunan kamera ve sensörler ile sağlayacaktır. Kamera üzerinden izlenen görüntüyü anlık olarak işleyebilmekte ve önceden belirlenen hedefi tespit etmesi durumunda otonom karar verebilme yetisine sahip olmasıdır. Görev sırasında yerdeki Rover aracı İHA'dan bağımsız olarak da hareket edip görev planlaması yapabilme yeteneğine sahiptir. İstenilen bölgeye bırakılan Rover aracımızın anlık bilgi sağlaması da iddialı olunan en önemli özellikleri

arasındadır. Tüm görev boyunca İHA üzerinde ve Rover üzerinde yapılan hareketler yer kontrol sistemine bildirilmekte ve anlık olarak izlenebilmektedir. İHA'mız uçuş güvenliği konusunda ise belli bir süre içinde kumanda ya da yer kontrol sistemi ile bağlantı kurulamaması durumunda otonom bir şekilde kalkış bölgesine geri dönebilmektedir. Kalkış noktasına geri dönülemez durumda olur ise (örneğin dönüş için gerekli batarya olmaması durumu) gerekli parametreleri kontrol ettikten sonra acil durum senaryosunu uygulayarak (FailSafe) kendini güvenli bir şekilde yere indirebilecek şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 6. İHA'mızın elektronik bileşenlerini içeren kutu.

## 2.5 Yerlilik (5 Puan)

İHA'mızın tasarımı ve üretimi yerli ve milli imkanlarla ALKA İHA Takımı üyelerimiz tarafından yapılmıştır. İHA'mızın öne çıkan yanı modüler bir şekilde tasarlanmış olmasıdır. Modüler yapı üzerinden yapılan tasarım sayesinde her yapılan geliştirme için tekrardan bir İHA üretme ihtiyacını ortadan kaldırmıştır. Bu sayede tasarım geliştirmeleri yapıldığında sadece geliştirme yapılan bölüm değiştirilerek İHA'mıza monte edilmektedir. Modüler yapının bir diğer öne çıkan yanı ise oluşacak kaza durumlarında İHA'nın tamamen yenilenmesi yerine sadece hasar alan bölümün değiştirilmesine olanak sağlamasıdır. Bu sayede sadece hasar alan bölümün değiştirilmesiyle İHA'mız görevine hızla dönebilecektir.

## 2.6 Sadelik (5 Puan)

İHA'mızın tasarımı yapılırken modüler oluşturulan yapının üretiminde basitlik öne çıkmaktadır. Üretimi ALKA İHA Takım üyeleri tarafından gerçekleştirilen İHA'mızın gövdesinde XPS köpük malzeme tercih edilmiştir. XPS köpük kolay işlenebilen, hafif ve ucuz bir malzemedir. Modüler yapıda kullanılan parçaların birbirleriyle birleştirilmesi oldukça önemlidir. Birleşim noktalarında

karbon fiber levhalar ve balsadan faydalanılmıştır. Birleşim noktalarında kullanılan karbon fiber levha sayesinde birleşim noktalarındaki mukavemet yükseltilmektedir. Ayrıca karbon fiberin hafif ve yüksek dayanımlı bir malzeme olması tercih sebebi olmuştur. Karbon fiberin kullanılmadığı noktalarda balsa kullanılmıştır. Modüler yapıdaki parçaların birbirlerine sabitlenmesi civata ve somunlarla sağlanmıştır. Civata ve somunlar kullanılarak parçaların söküp takılabilmesi kolaylaştırılmıştır.

## 2.7 Hakem Takdiri

### 3. DETAYLI TASARIM ve UÇUŞ VİDEOSU ÇEKİMİ (70 Puan)

Bu bölümde 10 dakikayı geçmeyecek şekilde mp4 formatında bir adet video paylaşılır. Bu videonun içeriği aşağıda belirtilen aşamalardan alınan kesitlerle oluşturmalıdır. İHA'nın ve icra edilecek göreve özgü yardımcı ekipmanların hangi aşamalardan geçip uçuş test aşamasına geldiğini gösteren bölümler olmalıdır. Her videoda farklı takım üyelerinin yer alması kendini ve görevini tanıtmayı ve seslendirme yapması beklenir. Bu videoyu izleyen bir görevli, yarışmaya katılacak aracın ve takımın yaptığı çalışmaların tüm aşamalarını görmeli, dinlemeli ve ikna olmalıdır.

#### 3.1 Video Çekiminde Yer Alması Beklenen Kesitler

##### Tasarım Aşamaları

İHA ile ilgili yapılan tüm tasarım (boyutlandırma, çizim, mekanik tasarım, geometri belirleme, kanat profili seçme, vb.) çalışmalarından birtakım görseller kayıt altına alınıp videoya eklenmelidir. Mevcut bir araçla katılan takımlar, araçlarının mevcut halini görüntüleyip anlatabilir.

##### Analiz Aşamaları

İHA ile ilgili yapılan tüm analiz çalışmalarından (Ansys, MATLAB, Simulink, SolidWorks, vb.) birtakım görseller kayıt altına alınıp video olarak eklenmelidir. Analiz çalışmalarından alınan neticeler özet olarak net bir şekilde ortaya konulmalıdır. Mevcut bir araçla katılan takımların araçlarının mevcut halini görüntüleyip varsa eski analizleri belirtilebilir.

##### İmalat Aşamaları

İHA ile ilgili yapılan tüm üretim çalışmalarından ve yöntemlerinden (CNC tezgâhı ile üretim, sıcak tel kesme aleti ile üretim, 3D yazıcı ile üretim, vb.) birtakım görseller kayıt altına alınarak videoya eklenmelidir.

##### Donanım Entegrasyon Aşamaları

Bu aşamada muhtelif donanımları ve bu donanımların İHA'ya entegre edilirken elde edilen sonuçları ve süreçleri gösteren kesit görüntüleri videoya eklenmelidir.

### Uçuş Test Aşaması

Bu aşamada İHA'nın uçuşu ile ilgili (kalkış öncesi kısa hazırlık, kalkış, uçuş, iniş olmak üzere) kesintisiz bir video paylaşılmalıdır. Bu aşama en fazla 3 dakika olabilir.

### Görev Uçuşu

Bu aşama zorunlu olmamakla birlikte eğer öngörülen görevin icra edilebileceğine dair deneme testi yapılmışsa paylaşılabilir. Bu, takıma önemli avantaj sağlar.

### 3. BÜTÇE TABLOSU

Bu bölüm Uluslararası Serbest Görev İHA Yarışması veya diğer yarışmaların kavramsal tasarım aşamasında, destek alma hakkı kazanamayan veya hiç başvuru yapmadığı için ilk defa bu aşamadan başvuran veya (yeni bir araç tasarlamayıp) mevcut aracında bir takım geliştirme yaparak yarışmaya katılmak isteyen takımlar tarafından doldurulur. Diğerleri boş bırakır.

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			
2			
3			

\*Tabloya ihtiyaç halinde satır eklemesi yapılabilir