



MESLEKİ VE TEKNİK EĞİTİM  
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

100 EĞİTİMİN  
YÜZYILI



TÜBİTAK

TİKA



# 17. ULUSLARARASI MEB ROBOT YARIŞMASI

## RC SABİT KANAT UÇAK KATEGORİ KILAVUZU

### 2025

Köklerden Geleceğe Eğitim, Teknoloji, Üretim



## İÇİNDEKİLER

<b>1. AMAÇ</b> .....	<b>3</b>
<b>2. KAPSAM</b> .....	<b>3</b>
<b>3. İHA'LAR HAKKINDA TEMEL BİLGİLER</b> .....	<b>6</b>
3.1. UÇUŞ SİMÜLATÖR YAZILIMI .....	6
3.2. GÖVDE.....	7
3.3. MOTOR .....	8
3.4. MOTOR SÜRÜCÜ (ESC) .....	8
3.5. UÇUŞ KONTROLCÜSÜ.....	9
3.6. GÜÇ MODÜLÜ VE GÜÇ KAYNAĞI .....	9
3.7. UZAKTAN KUMANDA .....	9
3.8. PİLOTAJ KAMERA, EKLAN VE GÖZLÜK TAKIMI (FPV) .....	10
3.9. OSD (ON SCREEN DISPLAY) MODÜLÜ.....	11
3.10. PERVANE.....	11
3.11. BATARYA ALARMI (Li-PO ALARM) .....	11
3.12. GÜVENLİ BATARYA TAŞIMA ÇANTASI (Li-PO SAFE BAG) .....	12
3.13. MEKANİK MONTAJ.....	12
3.14. ELEKTRİK-ELEKTRONİK MONTAJ.....	12
<b>4. GÖREV:</b> .....	<b>12</b>
4.1. GÖREVIN UYGULANIŞI: .....	13
<b>5. TAKIMLARA AİT HEDEFLER:</b> .....	<b>13</b>
5.1. GELİŞTİRİLEN İHA'DAN BEKLENİLEN ÖZELLİKLER.....	13
<b>6. GENEL KURALLAR</b> .....	<b>15</b>
<b>7. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ</b> .....	<b>17</b>
<b>8. GÜVENLİK ÖNLEMLERİ</b> .....	<b>18</b>
<b>9. YARIŞMA GENEL KURALLARI</b> .....	<b>19</b>
<b>10. İLETİŞİM</b> .....	<b>20</b>



## RC SABİT KANAT UÇAK KATEGORİSİ YARIŞMA KURALLARI

### 1. AMAÇ

İnsansız hava araçları (İHA) günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Havadan görüntüleme ve haritalama en yaygın uygulamalar arasında olsa da küçük ölçekli kargo taşımacılığı, yangın söndürme, savunma sanayisi, ilk yardım ve can kurtarma gibi alanlarda da çeşitli uygulamalar bulunmaktadır.

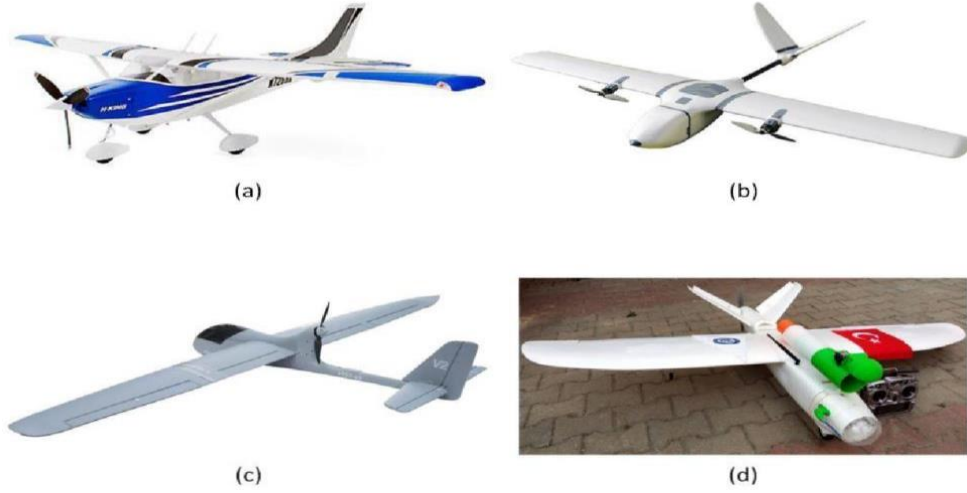
Teknolojik sıçrama noktaları, ülkelerin gelişmişlik düzeyini ve halkının refahını “doping” etkisiyle artıran olaylardır. Geçmişteki teknolojik sıçrama noktaları buhar makinası, araba ve uçak üretimi, atom enerjisi, bilgisayar ve uzay teknolojisi, endüstriyel robotlar olarak kabul edilmektedir. Günümüzdeki teknolojik sıçrama noktası ise İHA teknolojisidir. Askeri alandaki başarılı uygulamalarla İHA’ların ülke savunmasına nasıl katkıda bulunabildiği görülmektedir. Bu nedenle İHA alanında birçok ülke ARGE çalışmaları yapmakta ve ürünlerini pazara sunmaktadır.

Lise ve üniversite öğrencilerinin katılabileceği bu yarışmanın amacı, ülkemizde insansız hava aracı üretme ve kullanma kültürünü geliştirmektir. Bunu yaparken de gençlerin teknolojiyi eğlence ile birleştirmeleri, bilgi ve becerilerini arttırmaları hedeflenmektedir. Böylelikle yarışma, yakın gelecekte ülkemizin gerek İHA kullanımı (pilot) gerekse İHA üretimi konularında ihtiyaç duyacağı insan kaynağının geliştirilmesine de katkıda bulunacaktır.

### 2. KAPSAM

Temel yapı olarak İHA’ lar sabit kanatlı, döner kanatlı ve hibrit olarak üç gruba ayrılabilir.

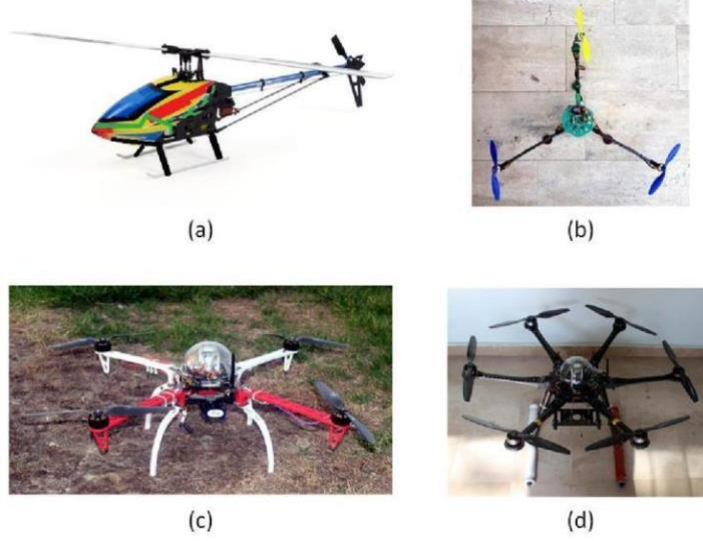
Aracı havada tutan kanatları hareketsiz ve sabit olan İHA’lara genel olarak sabit kanatlılar denir. Uçaklar bu gruba girmektedir. Sabit kanatlı İHA’ların havada kalabilmeleri, gövdelerinin sürekli hareket etmesine bağlıdır. Hareketi sağlayan itki kuvveti sıvı yakıtlı, içten yanmalı motor veya elektrik motoruna bağlı pervaneler ile sağlanır. Bazı modellerde yüksek devirlere çıkabilen sıvı yakıtlı türbin (jet) veya elektrikli fan (fanjet) kullanılır. İtki kuvveti, yerçekimi doğrultusuna dik olarak uygulanır. Elektrik motorlu modellerde pervanenin konumu genellikle Şekil 1’de görüldüğü gibi önde (a), kanatlarda (b), gövde üzerinde üstte (c) veya gövdenin en arkasında (d) olabilir.



**Şekil 1:** Sabit Kanatlı İHA Görüntüleri: Önden Motorlu (a), Kanatlardan Motorlu (b), Üstten Motorlu (c) ve Arkadan İtişli (d)

Her bir sabit kanatlı tasarımının, diğerine göre avantajlı ve dezavantajlı olduğu yönleri olduğu da unutulmamalıdır. Sabit kanatlıların tasarım ve üretiminin büyük bir bölümünü mekanik ağırlıklı işler oluşturmaktadır. Genellikle tek motorlu olan bu araçların üretim maliyetleri diğer İHA modellerine göre düşüktür. Uçurulmaları ve iniş kalkış yapabilmeleri için geniş alanlara ihtiyaç duyulmakla birlikte uçuş menzilleri oldukça yüksektir.

Aracı havada tutan pervane kanatları, yerçekimi doğrultusuna zıt yönde ve sürekli olarak dönen İHA'lara ise döner kanatlılar denmektedir. Sahip oldukları pervane sayısına göre bir, üç, dört, altı ve sekiz adet olan bu araçlara; Latince kökenli olarak sırasıyla helikopter, tricopter, quadcopter (quadrotor), hexacopter ve octocopter isimleri verilmektedir. Döner kanatlılarda gövde sabit olup pervane kanatları döndüğü için, aracın havada kalabilmesi için sabit kanatlılarda olduğu gibi gövdenin sürekli hareket etme zorunluluğu yoktur. Bu sayede döner kanatlıların havadaki hareketleri daha kontrollü olup havada tek bir noktada asılı kalabilir ve çok küçük alanlara iniş kalkış yapabilirler. Döner kanatlıların tasarım ve üretiminin büyük bir bölümünü elektronik işçilik ve planlama (ağırlık, yük, batarya dengesi) işleri oluşturmaktadır. Döner kanat sayısına göre motor ve sürücü gibi pahalı elektronik malzeme sayısının katlanarak artması nedeniyle üretim maliyetleri çok daha yüksektir. Uçuş menzilleri kısadır. Şekil 2'de çeşitli sayıda pervaneye sahip döner kanatlı İHA'lar görülmektedir.



**Şekil 2:** Döner Kanatlı İHA Görüntüleri: a. Tek Pervaneli Helikopter, b. Üç Pervaneli Trikopter, c. Dört Pervaneli Quadkopter, d. Altı Pervaneli Hexakopter

Yeni yeni popülerleşen ve yaygınlaşmaya başlayan bir diğer tasarım tipi de hibrit İHA'lardır. Hibrit İHA tasarımında sabit kanatlıların üstünlüğü olan uzun menzile sahip olma ile döner kanatlıların üstünlüğü olan dikine iniş kalkış kabiliyeti birleştirmektedir. İngilizce VTOL (Vertical Take Off Landing – Dikine Kalkış İniş) olarak da adlandırılan bu hibrit İHA tipi geleceğin insanlı ve insansız hava araç tasarımı olacaktır. Hibrit İHA'larda prensipte, hem aracın dikey iniş kalkışını sağlayan döner pervane kanatları hem de aracın havada süzülmesini sağlayan gövdeye bağlı sabit kanatlar bulunmaktadır. Bu İHA modelinde çeşitli tasarımlar bulunmakta olup hala farklı modellerin geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Kimi tasarımda sadece dikey eksende pervane olup araç dikine kalkışı gerçekleştirdikten sonra araç yatay eksene dönmektedir. Kimi tasarımda hem döner kanat İHA'lardaki gibi dikey eksende hem de sabit kanatlı İHA'lardaki gibi yatay eksende pervaneye sahiptir. Kimi tasarımlarda ise dikey eksendeki pervaneler kalkıştan sonra yön değiştirip yatay eksene dönmektedir. Şekil 3'te farklı firmaların üretmiş olduğu çeşitli hibrit İHA tasarımları görülmektedir.



**Şekil 3:** Farklı Firmaların Üretmiş Olduğu Hibrit İHA Tasarımları.

İnsansız Hava Aracı RC Sabit Kanat kategorisinde, üretim maliyeti düşük, gelişmeye açık ve tasarım esnekliği sunan sabit kanatlı İHA'lar tercih edilmiştir. Bu İHA'lar, yarışmacıların kendi tasarımlarını ve yorumlarını ekleyerek özgün bir şekilde üretebilecekleri uygun bir platform sağlarlar. Şekil 4'te görülen sabit kanatlı İHA'lar, yenilikçi tasarımlara ve yerli üretime elverişli olmaları, üretim ve malzeme tedarik maliyetlerinin düşük olması ve sürekli geliştirmeye açık olmaları nedeniyle tercih edilmiştir.



**Şekil 4:** Örnek İHA RC Sabit Kanat Görüntüleri

RC Sabit Kanat kategorisinde aşağıda detayları verilen kurallar kapsamında üzeri açık alanda yarış düzenlenecektir. Kurallar belirlenirken uluslararası ve ulusal İHA yarış liglerinin (ör: TEKNOFEST, SESA vb.) kuralları dikkate alınmıştır. Böylelikle İnsansız Hava Aracı kategorisinde amatör olarak yarışan bir takımın, ileride lisans çıkartarak ulusal ve uluslararası yarışlara profesyonel olarak katılabilesine zemin hazırlanmıştır.

### 3. İHA'LAR HAKKINDA TEMEL BİLGİLER

Yarışmaya katılacak İHA'yı oluşturan örnek bileşenler ve uyulması gereken teknik özellikler aşağıdaki gibidir:

#### 3.1. Uçuş Simülatör Yazılımı

İHA yerdeyken yer İstasyonu üzerinden uçuş planı ayarlanır. Bu uçuş planının içeriğinde uçağın ne tarafa gideceği, ne yöne döneceği, ne kadar yükseklikte gideceği gibi bilgiler vardır. Hazırlanan uçuş planı, uçuş kartının içine yüklenir ve İHA uçuşa hazır hale getirilip havalandırılır. Otonom uçuş kartı İHA havadayken üzerindeki sensörler ve takılan sensörler vasıtasıyla İHA'nın pozisyonunu, ne yöne gittiğini, ne kadar hızla gittiğini ve hangi yükseklikte olduğunu hesaplar ve uçuş planına girilen bilgilerle kıyaslar ve İHA'yı uçuş planında girilen bilgilere göre uçurur. Yer istasyonu olarak çeşitli uygulamalar kullanılabilir, bu uygulamalar Q ground control veya Mission planner olabilir. İHA'nın çeşitli kalibrasyonları ve ayarları yer istasyonları üzerinden yapılır. Uçuş planı hazırlama işlemi ve planın karta yüklenmesi, yer istasyonu vasıtasıyla yapılır. İHA ile yer istasyonunun iletişimini Telemetry isimli modüller sağlar. İHA'nın havadaki

pozisyonunu İHA'nın yönünü, hızını karta harici olarak takılacak gps modülü sayesinde yer istasyonu üzerinden görürüz. Çeşitli otonom uçuş modları vardır, bunlara örnek olarak FBWA ve Auto modlarını verebiliriz. FBWA modu İHA'nın destekli bir şekilde uçuşmasını sağlar, uçuş kartı uçağın yapabileceği dönüşleri kısıtlar. Auto mode İHA'yı uçuş planına girilen bilgilere göre uçurur. İHA tamamen otonom bir şekilde uçar, otonom bir şekilde dönüş yapar ve gaz alır.

### 3.2. Gövde

İnsansız Hava Aracı (İHA)'nın gövdesi genellikle çeşitli malzemelerden yapılmaktadır. Bu malzemeler arasında FOAM (strafor köpük), BALSAL, KOMPOZİT (fiberglas), KARBON veya PLA (3D yazıcılar ile) gibi seçenekler bulunmaktadır. Hangi malzemenin tercih edileceği, tasarlanan İHA'nın belirli özelliklerine ve kullanım amaçlarına bağlı olarak belirlenmelidir.



Şekil 5: Farklı malzemelerden yapılmış İHA'lar

- **FOAM (Strafor Köpük):** Hafif, ucuz ve kolay işlenebilir bir malzemedir. İHA'nın hızlı ve ekonomik bir şekilde üretilmesini sağlar. Ancak dayanıklılığı diğer malzemelere göre daha düşüktür, bu nedenle sadece hafif ve düşük hızlı uçuşlarda kullanılması daha uygundur.
- **BALSAL:** Hafif, esnek ve dayanıklı bir malzemedir. İyi bir şekilde işlenebilir ve kolayca şekil verilebilir. Ancak BALSAL malzemesi çoğunlukla el işçiliği gerektirir ve üretim maliyetleri diğer malzemelere göre daha yüksek olabilir.
- **KOMPOZİT (Fiberglass):** Yüksek mukavemetli ve hafif bir malzemedir. Dayanıklılığı ve aerodinamik özellikleri nedeniyle İHA gövdelerinde sıkça kullanılır. Ancak kompozit malzeme işlenmesi daha zordur ve üretim maliyeti diğerlerine göre daha yüksektir.
- **KARBON:** Son derece hafif ve yüksek mukavemetli bir malzemedir. Bu nedenle hızlı ve yüksek performanslı İHA'lar için tercih edilir. Ancak karbon malzeme oldukça pahalıdır ve işlenmesi zordur.
- **PLA (3D Yazıcılar ile):** 3D yazıcılarla kolayca üretilebilir ve tasarım esnekliği sağlar. PLA malzemesi hafif ve dayanıklıdır, ancak yüksek hızlı ve yüksek irtifa uçuşlarında kullanılması tavsiye edilmez.

Hangi malzemenin tercih edileceği, İHA'nın tasarım gereksinimlerine, performans beklentilerine, maliyet faktörlerine ve kullanım senaryolarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Örneğin, hafiflik ve ekonomi ön plandaysa FOAM veya PLA tercih edilebilirken dayanıklılık ve yüksek performans aranıyorsa KARBON veya KOMPOZİT malzemeler daha uygun olabilir.

### 3.3. Motor

İHA'da kullanılacak fırçasız motor veya fan motor sayısı 2 ile sınırlıdır ve kullanılacak motorlarda herhangi bir boyut, KV dönüş hızı ve çalışma gerilimi sınırlaması bulunmamaktadır. Takımlar, ihtiyaçlarını karşılayacak herhangi bir motoru tercih edebilirler. Bu esneklik, İHA tasarımcılarına çeşitli motor seçenekleri arasından en uygun olanı seçme özgürlüğü sağlar. Bu sayede, tasarım gereksinimlerine ve performans hedeflerine en uygun motor seçilebilir ve İHA'nın verimliliği, güvenilirliği ve performansı artırılabilir. Bu motor seçiminde dikkate alınması gereken faktörler arasında uçuş beklentileri, taşınacak yükler, hız gereksinimleri ve enerji verimliliği gibi unsurlar bulunmaktadır.



Şekil 6: Örnek İHA Motorları

### 3.4. Motor Sürücü (ESC)

İHA'da kullanılacak motorun akımını destekleyecek güçte 10-80A akımı sürebilen motor sürücüler (elektronik hız denetleyici) tercih edilebilir. Bu sürücüler, RC kontrol sinyalini optik yalıtıcı eleman (optocoupler) üzerinden alır, böylece besleme geriliminden kaynaklanan parazitlerin sürücünün çalışmasını engellemez ve motor dönüş hızını daha kararlı bir şekilde korur.



Şekil 7: Örnek İHA Motor Sürücüleri



### 3.5. Uçuş Kontrolcüsü

8 bit veya 32 bit tabanlı işlemciye sahip hazır denetleyiciler (PIXHAWK, APM, CUAUV, vb. uyumlu) kullanılabileceği gibi, MEMs algılayıcılar (3 eksen gyro, 3 eksen ivmeölçer, 3 eksen manyetik pusula) kullanan kişisel tasarım uçuş denetleyiciler de kullanılabilir.



Şekil 8: Örnek İHA Otonom Uçuş Kontrolcüleri

### 3.6. Güç Modülü Ve Güç Kaynağı

İHA ihtiyacı olan gücü yüksek deşarj akımı sağlayan Li-PO pillerden sağlar. Uçuş kontrolcüsüz İHA'larda motor dışındaki donanımlara ESC'nin sinyal çıkışından sağlanır. Uçuş kontrolcüsüne sahip İHA'larda ise PIXHAWK GÜÇ MODÜLÜ veya benzeri bir güç düşürücü modül kullanılması gereklidir. Bu modül motor için gerekli gücü pilden alarak hiç azaltmadan direkt motora aktarırken diğer donanımlara gerilimi ve amperi düşürerek aktarır.



Şekil 9: LiPo pil ve güç dağıtım modülü

### 3.7. Uzaktan Kumanda

Diğer İHA'lar ile çakışmayı önlemek için en az 6 kanala sahip, 2.4GHz frekans atlamalı alıcı verici modülleri kullanılmalıdır. Kumandanın eğitim simülatörü ile uyumlu çalışabilmesi için arka tarafında eğitici bağlantı soketi bulunan profesyonel modeller arasından seçilmesi tavsiye edilir. Alınacak tek bir profesyonel kumanda sayesinde, ileride sadece ilave RC alıcı satın alınarak tek kumanda ile farklı araçların da kontrol edilebileceği, profesyonel kumandaların en az 16 farklı araca ait ayarları ayrı ayrı saklayabildiği, bu nedenlerle kumandanın temel bir cihaz (demirbaş) olduğu ve iyi marka modellerinin tercih edilmesi tavsiye edilir.



Şekil 10: RC Kumanda Çeşitleri

### 3.8. Pilotaj Kamera, Ekran Ve Gözlük Takımı (FPV)

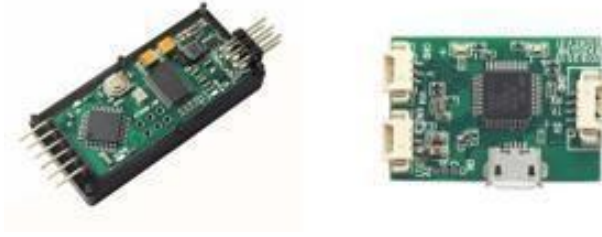
Hava aracını uçururken pilotun, sanki aracı üzerindeyken kullanıyormuş gibi algılamasını sağlayan görüntü ve aktarım sistemine pilotaj kamera takımı (first person view - FPV) denir. Hava aracının yönlendirilmesini kolaylaştıran bir donanımdır. Takım temel olarak bir kamera verici, 7/21 alıcı, anten takımı ve bir görüntüleme cihazından (LCD ekran veya gözlük - goggle) oluşur. Her bir cihaz ayrı ayrı alınıp birleştirilebileceği gibi günümüzde kamera ile vericinin, alıcı ile ekran veya gözlüğün birleşik olduğu modeller de vardır. Özellikle alıcılı ekran veya gözlük seçilirken net görüntü alabilmek için iki ayrı alıcıya (diversity) sahip olan modeller tercih edilmelidir. Kamera seçilirken de görüntü algılayıcısı (image sensor) kaliteli, görüntü çözünürlüğü ve en az aydınlatma (illumination) değeri düşük, mümkünse üzerinde vericisi ve SD karta da eş zamanlı kayıt yapabilen modeller tavsiye edilir. Pilotaj kamera takımı kullanmak zorunlu değildir. Eğer kullanılırsa diğer İHA'lar ile çakışmayı önlemek için verici yayın frekansı sadece 5.8GHz bandını kullanan ve yarış bandını (Bant R: 5658, 5695, 5732, 5769, 5806, 5843, 5880, 5917) destekleyen 40-50 kanal yayın yapabilen modeller tercih edilmelidir.



Şekil 11: FPV Gözlük sistemi

### 3.9. OSD (On Screen Display) Modülü

Uçuş kontrolörü tarafından sensörlerden okunan ve hesaplanan batarya gerilimi, akımı, hava aracının eğimi vb. bilgileri kamera görüntüsü üzerine yerleştirmeye yarayan modüldür. Örneğin evde televizyonların sesi açılmak istendiğinde ekranda ses seviyesinin görülmesi gibi. Böylelikle pilotaj kamera takımı kullananlar, ekran görüntüsü üzerinde araç ile ilgili bilgileri canlı olarak görebilecektir. Yarışmada kullanımı yasaktır.



Şekil 12: OSD Modülleri

### 3.10. Pervane

İHA'da kullanılacak motorun gücünün yeteceği, kanatların çarpışmayacağı büyüklükte olmalıdır. Motor seçilirken özelliklerinde (datasheet) hangi ebatlarda pervaneler ile verimli çalışabildiğine dair bilgiler bulunur.



Şekil 13: Örnek Pervaneler

### 3.11. Batarya Alarmı (Li-Po Alarm)

Bataryanın geri besleme ucuna takılabilecek, batarya hücre gerilimi gösterecek ve uçuş sırasında hücre gerilimi 3.7V altına düştüğünde sesle uyarı verecek ufak elektronik modüldür.



Şekil 14: Örnek Batarya Alarmı

### 3.12. Güvenli Batarya Taşıma Çantası (Li-Po Safe Bag)

LiPo bataryaların patlamalarına karşı koruyucu özellikli yanmaz çanta kullanılmalı, tüm bataryalar çanta içinde şarj edilmeli ve saklanmalıdır.



Şekil 15: Örnek LiPo Batarya Güvenli Taşıma Çantası

### 3.13. Mekanik Montaj

Somun, cıvata ve vidaların uçuş sırasında gevşemesinin önlenmesi için özel sıvı solüsyonlar (locktite vb.) veya fiberli somunlar kullanılacaktır. Yarışma öncesi yapılacak teknik kontrolde bu solüsyonların kullanılıp kullanılmadığı incelenecektir.

### 3.14. Elektrik-Elektronik Montaj

Kablo ve konektör bağlantılarında daralan makron kullanılacak, açıkta hiçbir elektrik teli görülmeyecektir. Kablolar İHA gövdesine kablo bağı ile sabitlenecektir. Açıkta kalan ve sabitlenmemiş (sallanan) kablolar, İHA yere düştüğünde veya bir yere çarptığında birbirlerine temas ederek yangın tehlikesi oluşturmaktadır. Bu nedenle yarışma öncesi yapılacak teknik kontrolde açıkta kablo kalmayacak şekilde daralan makaron ile kabloları sabitlemek için kablo bağı kullanılıp kullanılmadığı kontrol edilecektir. Bu kurallardan birine bile uymayan takım yarıştırmayacaktır.

## 4. GÖREV:

Tüm takımların görevi, maksimum 6 dakikalık uçuş süresinde İHA'larından belirtilen hedefe 2 adet tenis topu bırakmasıdır. Tenis topların boyutları ve ağırlıkları standarttır. Görev için kullanılacak toplar uçuş öncesinde takımlara verilecektir.

#### 4.1. Görevin Uygulanışı:

Takımlar görevi gerçekleştirmek için kalkışı yaptıktan sonra 6 dakika içerisinde görev ve iniş yapmak zorundadır. İHA'ların görev mekanizması kendine özgü olmalıdır fakat tüm takımların bırakacağı top aynıdır. Bırakılan topların ilk düşüş anında hedefi (**2 metre karelik branda**) vurması tam puan olarak takım hanesine yazılır. Topların bırakılması aynı anda olamaz. Birinci toptan sonra ikinci topun atılması için en az bir tur uçuş yapılmalıdır.

Kalkış, uçuş, görev ve iniş süresi 6 dakikayı geçemez. Bu süreyi geçen her 30 saniyede uçuş yapan takıma 1 ceza puanı verilir. Kalkış, uçuş, görev ve iniş süresi 3 dakikanın altında olursa, her 30 saniye için 1 ceza puanı verilir.

#### 5. TAKIMLARA AİT HEDEFLER:

**İşbilim:** Takımın tasarım sürecinde gösterdiği mühendislik becerisi, kalite odaklı yaklaşım, işlevsellik, emek ve ciddiyet gibi unsurlar, iş bilimi göstergeleridir. İş Bilimi, İHA'nın tasarımı, üretimi ve performansı ile ilgili teknik yetenekleri ve uzmanlığı içerir.

**Tecrübe:** Düzenlenen yarışmada elde edilen deneyimler, takımın gelecek projelerde daha başarılı olmasına katkı sağlar.

**Fırsat:** Yarışmalara katılım, takımlara birbirleriyle ve özel sektörle iş birlikleri kurma fırsatı sağlar. Takımlar, yarışmalar aracılığıyla endüstriyel ortaklıklar kurarak teknoloji transferi ve işbirliği imkânlarına erişebilirler.

**Motivasyon:** Yarışmaya katılım ve alınan ödüller, takımlara motivasyon sağlayarak çeşitli yarışmalara katılım isteği doğurur.

**Takım Bilinci:** Disiplinler arası çalışma, sürdürülebilirlik, toplumsal sorumluluk ve ahlak temelini içerir. Bu kazanımlar arasında birlikte başarıma becerisi, sürdürülebilirliğin sağlanması, süreç disiplini, dürüstlük, açıklık ve şeffaflık, yardımseverlik gibi unsurlar bulunur.

#### 5.1. Geliştirilen İha'dan Beklenen Özellikler

**Yerlilik:** Geliştirilen İHA'nın yerli imkanlarla üretilmesi beklenmektedir. (Örneğin; Yerli donanım, yazılım veya her ikisinin kullanılması.)

- İHA'nın tasarımının yerli olması.
- İHA'nın yerli imkanlar kullanılarak üretilmesi.

**Yenilik:** Geliştirilen İHA'nın yeni bir donanım, yazılım, yardımcı ekipmanlar veya tasarım içermesi yenilikçi bir İHA göstergesidir. Örneğin;

- Farklı bir motor kullanmak veya başka bir alanda kullanılan motor çeşidini İHA'ya uyarlamak.
- İHA'yı başka bir güç kaynağı üzerinden beslemek.
- Farklı bir uçuş kontrol kartı kullanmak veya tasarlamak.
- Özgün gövde veya görev mekanizması tasarlamak.

**Ekonomiklik:** Geliştirilen İHA'nın görevini daha az maliyetle yapması ekonomiklik göstergesidir fakat ekonomiklik sağlanırken uçağın verimi ve kabiliyetleri kısıtlanmamalıdır

**Üretim Kolaylığı:** Üretim kolaylığı, geliştirilen İHA'nın üretim sürecindeki etkinliğinin ve sürdürülebilirliğinin göstergesidir.

- İHA'nın tasarımı ve üretimi, mümkün olduğunca basit ve kullanımı kolay olmalıdır.
- Montaj süresi basit ve verimli olmalıdır.
- Parçalar kolay erişilebilir ve kolay değiştirilebilir olmalıdır.

**Kararlılık:** Geliştirilen İHA'nın görev için kalkış, görev esnasında ve iniş sırasında kararlı bir uçuş gerçekleştirmesi beklenir.

**Kabiliyet:** Kabiliyet kriteri şu hususlara göre değerlendirilir;

- İHA, belirlenen görevleri etkili bir şekilde yerine getirmelidir.
- İHA'nın, belirlenen zorluk derecesine sahip görevleri başarıyla tamamlaması, kabiliyetinin bir göstergesidir.
- İHA'nın hızı, manevra kabiliyeti, taşıma kapasitesi, hassasiyeti, doğruluğu ve diğer performans özellikleri, genel kabiliyetini belirler.
- İHA'nın belirlenen görevleri hızlı, güvenilir ve etkili bir şekilde yerine getirebilmesi, kabiliyetinin yüksek olduğunu gösterir.



**Otonomi:** Otonom uçuş yeteneği, İHA'nın uzaktan kumanda ile yapılan manuel uçuşlardan daha yüksek puan alır ve bu kriter genellikle görevin başarılı bir şekilde tamamlanmasında belirleyici bir faktördür.

Otonom uçuş sistemlerinin güvenilirliği ve doğruluğu, İHA'nın başarılı bir şekilde görevleri yerine getirmesinde kritik öneme sahiptir. İHA'nın, belirlenen hedefleri ve rotaları takip edebilmesi, görev sırasında gerektiğinde rotayı değiştirebilmesi ve etkili kararlar alabilmesi otonomi yeteneğinin bir göstergesidir.

**Görev Başarımı:** İHA'nın kabiliyeti yüksek olsa bile, öngörülen görevin başarıyla tamamlanması beklenir. İHA'nın belirlenen görevleri hedeflenen başarı kriterlerine uygun olarak tamamlaması, görev başarımının bir göstergesidir.

**Takım Becerisi:** İHA'nın yarışmacı takım tarafından yapılması zorunludur. Aksinin tespiti takımın yarışmadan elenmesine sebeptir. Teknik kontrol aşamasında bu süreç değerlendirmeye etki edecektir.

**\*\*\*Geliştirilen İHA'nın yukarıda belirtilen tüm hususları içermesi beklenmektedir, puanlamalar bu esaslara göre yapılacaktır. Aksi takdirde takımlar puanlamada eksik puan alacaktır.**

## 6. GENEL KURALLAR

Yarışma kuralları aşağıdaki gibidir:

1. Her takım, yarış komitesinin belirlediği kurallara ve hakem uyarılarına harfiyen uymak zorundadır. Kural dışı davrandığı tespit edilen takımlar yarışma dışı bırakılır.
2. Yarış komitesi uygun gördüğü yarışın tekrarını yaptırabilir.
3. Takımlar tüm itirazlarını genel "Uygulama Kılavuzu" kurallarına göre yapabilir.
4. Her takımda bir pilot ve bir gözlemci (yardımcı pilot) olmak üzere en fazla iki öğrenci bulunabilir.
5. İHA'lar FPV gözlük veya LCD ekranından izlenerek kontrol edilemez.
6. Gözlemci, hakem talimatıyla birlikte İHA'yı başlangıç noktasına yerleştirme, yarışma alanından koordinat alma, yarışma sırasında pilotun yanı başında durarak İHA'yı gözle takip etme ve gerektiğinde sesle komut vererek (co-pilot) her türlü destek olma



görevlerini yürütecektir.

7. Yarışmanın icra edileceği şehre gelecek takımların seçimi, takımlardan istenen videolar üzerinden yapılacaktır. Videoların seçimi yarışma komitesi tarafından şartnamenin 5.1 nolu başlıkta belirtilen kriterlere göre yapılacaktır.
8. Video uzunluğu en az 4 dakika olmalı. Videolarda üretilen İHA 5.1 nolu başlığa göre anlatılmalıdır.
9. Üretim videoları YouTube'a takım adı ve yarışma kategorisinin adı yazılarak takımlar tarafından yüklenir. Yüklenen videoların linkleri kayıt sistemi üzerindeki belirli alana eklenir.
10. Yarışmaya video gönderiminden en yüksek puanı alan ilk 30 takım yarışmaya davet edilir.
11. Yarışmanın ilk günü şartnamenin 5.1 nolu başlığına göre tüm takımlara teknik heyet tarafından puanlama yapılır. Bu puanlama takımın yarı final ve finalde alacağı puanın %50'sini oluşturur. Teknik heyetten tam puan alan takım 50 puan almış olur. Bu aşamada alınan puanlar final etabında da kullanılacaktır.
12. Teknik kontrollerin tamamlanmasından sonra ilk gün uçuşlara geçilir. Uçuş sırası random olarak belirlenir. Bu sebeple tüm takımların ilk günden uçuşa hazır olması beklenmektedir.
13. Takımların uçuş pas geçme hakkı yoktur. Uçuş sırası geldiği halde uçuşa çıkmayan takımlar 1 uçuş hakkından vazgeçmiş olur.
14. Uçuş ve uçuş görevinden alınacak puan, teknik heyetten alınan puanla toplanarak final etabına kalacak 6 takım belirlenir. Bir takım teknik kontrolden 50, uçuştan 20, otonom uçuştan 10, görevden 20 puan alabilir.
15. 30 takımdan her birinin 2 kez görev alanında uçuş hakkı vardır. 2 uçuştan aldıkları en yüksek puan final etabının sıralamasının oluşturulmasında kullanılır.
16. Final etabına kalan her takım 2 uçuş hakkı daha elde eder. Uçuşlardan alınan en yüksek puan ile Teknik Heyetin vermiş olduğu puanın toplamıyla final etabının ödül alan takımları ilan edilir.
17. Yarışmalardaki uçuş sıralaması kura ile belirlenecektir.
18. Her uçuş öncesinde takımların İHA'sı teknik kontrole alınarak uçuşa uygun olup olmadığı tespit edilir. Her takımın 2 uçuş hakkı olduğu için 2 kez uçuşa elverişsiz görülen takımlar





diskalifiye edilir.

19. Kura sıralamasına göre yarışma alanına davet edilen takımlar 15 dakika içerisinde teknik kontrol kısmında yerlerini almak zorundadır. Gelmeyen takımlar uçuş hakkından vazgeçmiş olur.
20. Teknik kontrolden geçen takımlara uçuşa başlamak için 15 dakika süre verilir. Süre sonunda uçuşunu başlatmayan takımlar her 2 dakika gecikme için 1 puan silme cezası alırlar. Gecikme süresi 30 dakikayı geçen takımların uçuş hakkı yanar. (Her takımın 2 uçuş hakkı olduğu unutulmamalıdır.)
21. Uçuşun otonom ya da yarı otonom olarak yapılması takımlar için 10 ek puan getirecektir.
22. 100 puan üzerinden gerçekleşecek yarışmada; uçuşun 20, görevin 20 puanı vardır.
23. Uçuşun tam olarak gerçekleşmiş sayılması için İHA'nın belirlenen alan dışına çıkmadan stabil uçuş sonrasında hasarsız bir iniş yapması gerekmektedir.
24. Uçuş sırasında alan dışına çıkan İHA'ların tespiti uçuş alanı sınırlarında bekleyen işaretçiler tarafından yapılır. İlk ihlalden sonra gerçekleşen her ihlal için 1 puan silme cezası verilir. Uyarı sayısı 6 olan takımların İHA'larını inişe geçirmeleri istenir ve uçuş hakları son bulur.
25. Görevin tam olarak yapılmış sayılması için görev mekanizmasından bırakılan topların önceden belirlenen ve uçuş öncesinde yarışma alanında işaretlenmiş olan hedefleri vurması beklenir. Topların yerdeki ilk temas ettikleri nokta hedefi vurma olarak kabul edilir. Vurmanın gerçekleşme durumunu hedef yakınında bulunan görevliler ellerindeki bayraklar ile tespit eder ve puanlayıcı heyete bildirir. 2 metre karelik hedefin içerisine düşen top hedefi vurmuş sayılır. Hedefin her vuruluşu 10 puandır. Hedefin her bir metre uzaklığına atılan toplardan görev puanı olarak 1 puan silinir. Örnek olarak hedeften 8 metre uzağa ilk temasını gerçekleştiren top takıma 2 puan kazandırır.

## 7. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ

1. Yarışa katılabilecek İnsansız Hava Aracı'nın kanat açıklığı en fazla 2000 mm ve baştan sona uzunluğu 2000 mm olmalıdır. Yarışma öncesi yapılacak teknik kontrolde İHA'nın belirtilen boyutlara uygun olup olmadığı kontrol edilir.
2. İHA'nın ağırlığı, batarya ve diğer tüm donanımlar dahil en fazla 6 kg olmalıdır. Yarışma öncesi yapılacak teknik kontrollerde İHA tartılacaktır.



- İHA'larda kullanılacak pervane çapı İHA'nın ihtiyaçları doğrultusunda seçilebilir, herhangi bir kısıtlama yoktur.
- İHA gövdeleri kişisel özel tasarım olmalıdır. Tamamen hazır alındığı tespit edilen İHA ve takımı yarışma dışı bırakılacaktır.
- Takımlar LiPo bataryalarını yanmaz batarya torbası (LiPo safe bag) içinde muhafaza etmek zorundadır. Yanmaz batarya torbası bulunmayan takımların kaydı yapılmayacaktır.

## 8. GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

- Kumanda üzerinde bulunan bir anahtar veya buton, İHA'yı aktif/pasif (arm/disarm) hale getirmek üzere ayarlanacaktır. Yarışma öncesi bu özelliğin kontrolü yapılacak olup bu özelliği çalışmayan İHA ve takımı yarışma dışı bırakılacaktır.
- İHA ile kumanda bağlantısı koptuğunda, araç otomatik iniş (land) yapacaktır (radio failsafe). Bu özelliğin olup olmadığı yarışma öncesinde hakemler tarafından kontrol edilecektir. Bu özelliği ayarlanmamış İHA'lar yarışma dışı bırakılacaktır.
- İHA yarışma alanı sınırları veya görüş alanı dışına çıktığında, hakem talimat verdiğinde, pilot tarafından İHA pasif hale getirilerek (disarm) düşürülecektir.
- İHA'larda yüksek akım verebilme özelliğine sahip LiPo veya türevleri bataryalar kullanılmaktadır. Bu bataryalar kimyasal olarak kararsız yapıda olup kolaylıkla patlayabilmektedir. Her takımın, bataryalarını taşımak için yeterli sayıda ve büyüklükte yanmaz batarya torbası (LiPo safe bag) bulundurması şarttır.
- İHA üzerinde LiPo veya türevi bataryaların takıldığı fişler (plug) gerektiğinde hakem tarafından çıkarılabilecek şekilde yerleştirilecektir. Böylelikle acil durumda bataryanın İHA'dan kolayca sökülebilmesi sağlanacaktır. İHA'nın tasarımı ve montajında bu husus göz önüne alınmalıdır.
- Takımlara, İHA'larını test edebilmeleri için yarışma bölgesi içerisinde özel bir test alanı tahsis edilecektir. Bu test alanında bulunan hakemler test uçuşlarını düzenleyecektir. Test alanı dışında (koridor, bahçe, vb.) uçuş yaptığı tespit edilen takımlar uyarılacak ve her uyarı için takıma 2 ceza puanı verilecektir. Gerektiğinde, hakemlerin takdiri doğrultusunda, İHA ve takımı yarışma dışı bırakılacaktır.



## 9. YARIŞMA GENEL KURALLARI

- Takımların yapacakları uçuş sıralaması kura ile belirlenir. Yarışma öncesinde ilan edilir. Takımlar, gruplama ve uçuş sırasına itiraz edemez.
- Gerçekleştirilecek görevle ilgili kullanılacak her türlü malzeme ve ekipman temini takımın sorumluluğundadır.
- Robot ekipleri; 3 öğrenci ve 1 danışman öğretmenden oluşur.
- Kayıt yaptıran bütün takımlar, uçuş öncesi teknik kontrole girmek zorundadır.
- Yarışmaların ilk günü Teknik Kontrol, Tasarım Ergonomisi, Yenilik, Yerlilik vb. gibi alanlarda yapılacak olan puanlamanın tamamlanması planlandığından takımların tüm hazırlıklarını önceden tamamlamış olması gerekir.
- Teknik kontrolde İHA, alanında uzmanlar tarafından ağırlık bileşenleri, yapısal dayanım, mekanik hareket yeteneği ve elektronik donanımların güvenliği açısından kontrol edilir.
- Teknik kontrolde başarılı olan takımların, uçuş öncesi İHA'nın parçalarını sökmesi veya değiştirmesi uçuş güvenliği açısından yasaktır.
- Uçuş sırasını takip etmek takımların sorumluluğundadır. 'Hazır olmama' veya 'teknik kontrolden geçememe' gerekçeleri kabul edilmez.
- Sıra Bekleme Çadırlarına alınan takımlar, araçlarının son kontrollerini yaptıktan sonra pervanelerini takarak hazır durumda beklerler. Sıra bekleme çadırındaki takımların piste çağrılmasında sıralama yerine hazır olma durumlarının gözetilmesi ilgili hakemin takdirindedir. İtiraz kabul edilmez.
- Yarışmalar esnasında yaşanabilecek hava şartları veya diğer sebeplerle uçuşların yetişmeme ihtimali oluştuğunda, gerekli güvenlik tedbirleri alınarak alanın bir bölümünde başka bir takım hazırlık yapabilir. Sıradaki takımlardan, sinyal karışması veya görüntü kirliliği gibi sebeplerle diğer takımdan rahatsızlık duyacak durumda olanlar, yarışmaların ilk günü bu durumu koordinatöre bildirirler. Aksi halde mazeret kabul edilmez.
- Zaman kaybını önlemek için uçuş olmayan saatlerde sırası yaklaşan takımların alandan koordinat alma, ihtiyaç olan yardımcı platformlarını yerleştirme/oluşturma gibi hazırlıkları yapması gerekir. Anonslarla hazırlık çalışmalarının yapılabileceği saatler duyurulabilir.



Duyuruları takip etmek takımların sorumluluğundadır.

- Takımların uçuşlarını, ölçüleri belirlenen alan içinde gerçekleştirmeleri esastır. Belirtilen alanın dışına çıkılması güvenlik nedeniyle yasaktır.
- İHA'nın tampon bölgeye geçmesi durumunda hakem güvenlik açısından bir tehlike hisse derse uçuşun durdurulmasını isteyebilir. Bu durumda aracın FAIL-SAFE moduna geçirilerek güvenli iniş yapması istenir.
- Yarışmalarda uçuş yüksekliği en fazla 120 metredir. Ancak güvenlik ve doğru gözleme leme yapabilme adına uçuşların bu yüksekliğe çıkmaması önerilir.
- Takımlar, yarışma alanlarında insan sağlığı ve güvenliğini tehlikeye düşürecek zararlı biyolojik, kimyasal vb. maddelerle uçuş yapamazlar.

## 10. İLETİŞİM

Yarışmacıların sorularını; <https://robot.meb.gov.tr/> sistemine giriş yaptıktan sonra, bilgilendirme menüsünden, kategorilerini seçerek sormaları gerekmektedir. Kategori mesajları dışında gelen tüm sorular cevapsız kalacaktır ve bu durumdan sadece yarışmacı takım sorumludur. Her türlü sorunuzda lütfen öncelikle yarışma kılavuzunu okuyunuz. Kılavuz, oluşabilecek hemen hemen tüm soruları cevaplayacak şekilde hazırlanmıştır. Gerektiğinde kılavuzu tekrar ve dikkatlice okumak faydalı olacaktır.