

T.C.  
MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI  
Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü

14. ULUSLARARASI  
MEB ROBOT YARIŞMASI  
İNSANSIZ HAVA ARACI (Mini Drone)  
KATEGORİSİ  
YARIŞMA KURALLARI

2020 - ŞANLIURFA

## 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.

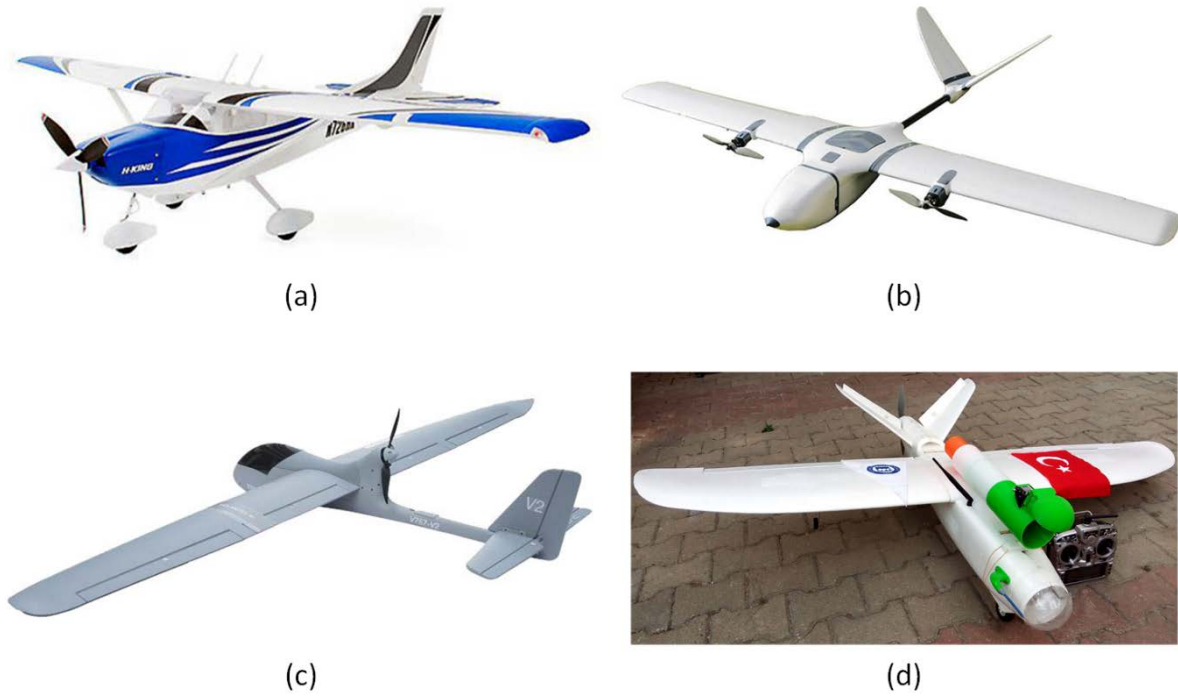
Teknolojik sıçrama noktaları ülkelerin gelişmişlik düzeyini ve halkının refahını “doping” etkisiyle arttıran olaylardır. Geçmişteki teknolojik sıçrama noktaları buhar makinası, araba ve uçak üretimi, atom enerjisi, bilgisayar ve uzay teknolojisi, endüstriyel robotlar olarak kabul edilmektedir. Günümüzdeki 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 öğrencilerini 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 bulunulacaktır.

## 2. KAPSAM

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

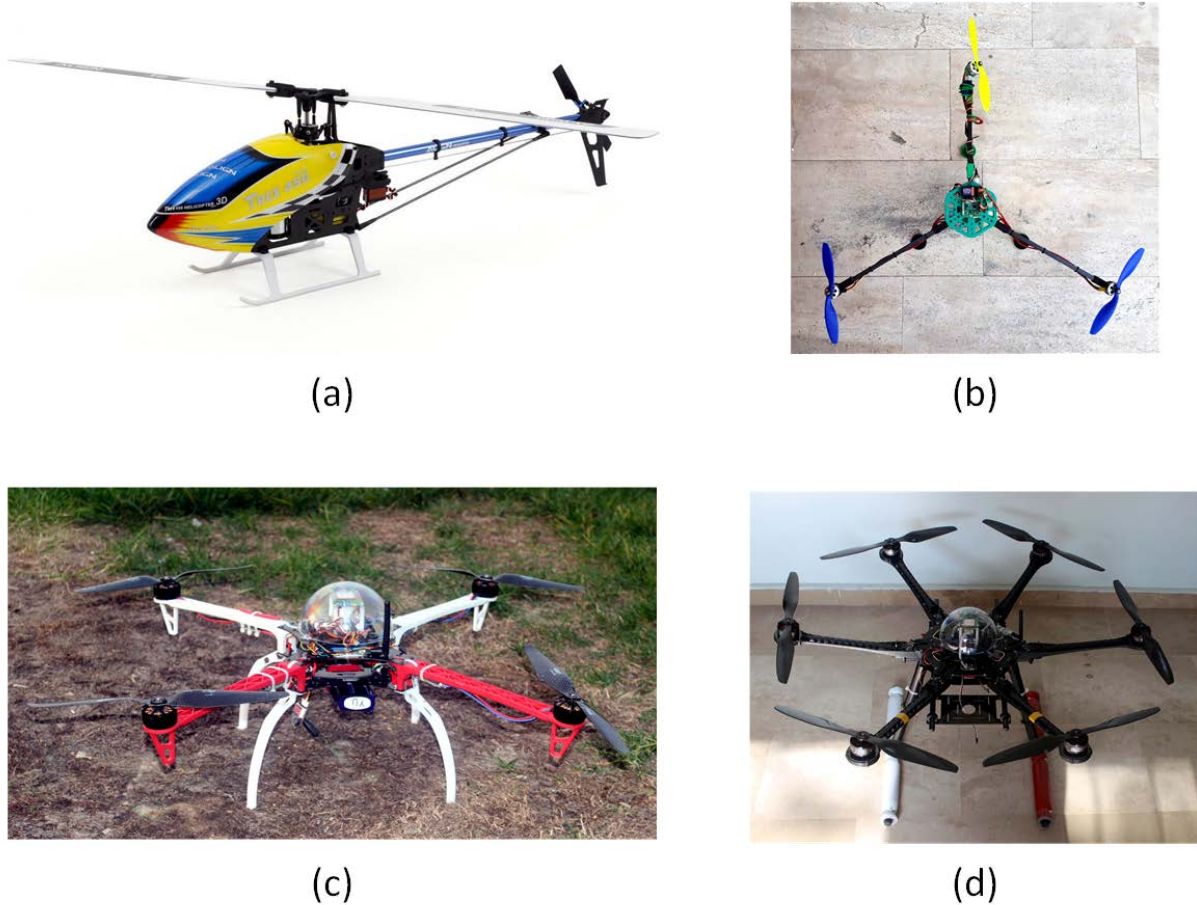
Aracı havada tutan kanatları hareketsiz ve sabit olan İHA’lara genel olarak sabit kanatlılar denir. Uçaklar bu gruba girmektedir. Sabit kanatlı İHA’ların havada kalabilmeleri, gövdelerinin sürekli hareket etmesine bağlıdır. Hareketi sağlayan itki kuvveti sıvı yakıtlı içten yanmalı motor veya elektrik 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 itişli (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 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 pervanelere sahip döner kanatlı İHA'lar görülmektedir.



Şekil 2. Döner kanatlı İHA görüntüleri: tek pervaneli helikopter (a), üç pervaneli trikopter (b), dört pervaneli quadcopter (c) ve altı pervaneli hexacopter (d).

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 birleştirilmektedir. 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.

Bu yarışmada hem hava hareketi kontrolü yüksek olan hem de küçük alanlara iniş kalkış yapabilen döner kanatlı "Mini İHA" (racer drone) ların yer alması uygun görülmüştür. Şekil 4'te örneği görülmekte olan "Mini İHA"lar, fiziksel boyutlarının küçük olması, üretim ile tedarik masraflarının daha düşük olması ve kaza anında hasar alma/verme olasılığının daha az olması sebebiyle tercih edilmiştir.

ULUSLARARASI MEB ROBOT YARIŞMASI kapsamında Mini İHA kategorisinde, önceki senelerden farklı olarak, aşağıda detayları verilen kurallar kapsamında, üzeri açık alanda yarış düzenlenecektir. Kurallar belirlenirken uluslararası ve ulusal Mini İHA yarış liglerinin (ör: TDL – Tech Drone League, SAR – Skyhawk Air Rally vb) kuralları dikkate alınmıştır. Böylelikle Mini İHA kategorisinde yarışan bir takımın, ileride ulusal ve uluslararası yarışlara da katılabilesine zemin hazırlanmıştır. Bu kılavuzun hazırlanmasında katkılarından ötürü "CLUB RC" kulübüne teşekkür ederiz.



Şekil 4. Örnek bir mini İHA görüntüsü (İHA MARMARA - Yelkovan).

### 3. MİNİ İHA'LAR HAKKINDA TEMEL BİLGİLER

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

#### 3.1 Uçuş Simülatör Yazılımı:

İHA uçurmaya heveslenenler, başlangıçta aracı satın almakla hemen uçurabileceği düşüncesinde olabilir. Hatta başlangıç için ucuz bir İHA satın alınma yoluna gidilir ki, kaza olduğunda kayıp asgari düzeyde olsun. Halbuki, hangi fiyata alınırsa alınsın, eğer uçuş tecrübesi yoksa, büyük bir ihtimalle ilk uçuş İHA düşecek (kırırma uğrayacak) ve kullanılmaz hale gelecektir. Bu durum, oluşan maddi kayıptan çok, İHA uçurmaya karşı duyulan hevesin kırılmasına sebep olabilir.

İHA pilotluğuna yeni başlayanların bilmediği ve çok önemli olan husus, pilotun sabit bir noktada durarak, uçmakta olan İHA'yı kontrol etme zorunluluğudur. Bu duruma şöyle bir örnek verilebilir: arabanın sürücüsü aracın ön tarafındaki sürücü koltuğundadır. Bu nedenle sürücünün araca direksiyon üzerinden verdiği komutlardan sürücü kendisi de direk olarak etkilenir. Direksiyon sağa çevrildiğinde araç sağa döner. Sürücü de araçla birlikte döndüğü için, zihinsel algıda herhangi bir hata oluşmaz. Fakat model araçları kullanırken, sürücü (pilot) sabit noktadadır. Model araç sürücünden uzaklaşırken, kumandadan verilen sağa dönüş komutu ile araç sağa döner. Aynı araç 180 derece dönüp sürücüye doğru yaklaşırken ise, kumandadan verilen sağa dönüş komutu ile araç  sola  dönecektir. Kullanıcının sağ/sol algısı ile aracın sağ/sol yönlenmesi, aracın doğrultusuna göre sürekli değişmektedir. İşte bu durum, model kullanımında yaşanan en büyük zorluk olup, pilota bu oryantasyon eğitiminin verilmesi gerekmektedir. Bu da en iyi ve en ucuza, simülatör kullanımıyla gerçekleştirilebilir.

Profesyonel eğitim alınabilecek simülatör yazılımları ile birlikte bilgisayara USB üzerinden bağlanan aparat (dongle) verilir. Bu aparat ve kablolarını kullanarak İHA'nın uzaktan kumandası (profesyonel kumandaların arka taraflarında eğitici bağlantı soketi bulunur. Genellikle 3,5mm kulaklık soketi şeklinde olup markasına göre soket tipi değişebilmektedir) simülatör yazılımına bağlanır. Böylelikle pilot İHA'yı uçurmak için kullanacağı kumandayı ve tepkilerini bilgisayar ortamındaki simülatör üzerinde görebilir. Pilotun kumanda üzerindeki el becerisi artar. Bu nedenlerle, yarışacak İHA pilotlarının simülatör ortamında eğitim alması gereklidir. Bu konuda yanında USB aparatı ve bağlantı kabloları bulunan bir uçuş simülatör yazılımı tercih edilebilir. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler "rc uçuş simülatörü", "6 in 1 flight simulator", "12 in 1 flight simulator", "16 in 1 flight simulator", "20 in 1 flight simulator", "PhoenixRC")



Şekil 5. Örnek bir uçuş simülatör yazılımı ve aparatları görüntüsü.

### 3.2 Gövde (frame)

3 veya 4 adet motoru destekleyen fiber karbon veya fiber elyaf olan hazır gövdeler (220, 250 serisi, vb.) olabileceği gibi; kişisel tasarıma sahip 3D yazıcı, FR4 (baskı devre) veya ahşaptan üretilmiş olan gövdeler de kullanılabilir. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “quad frame 250”, “racer frame”, “tricopter racer frame”)



Şekil 6. Örnek İHA gövde görüntüleri.

### 3.3 Motor

Fırçasız DC motor, 2.000-4.000KV dönüş hızı, 18-22 serisi motor çapı, çalışma gerilimi 2-4S (7,4-14,8V) arası olan motorlar kullanılabilir. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “brushless dc 18”, “fırçasız dc 22”, “brushless dc racer”, “2400KV”, “brushless 1104”, “brushless 1304”, “brushless 1804”, “brushless 1808”, “brushless 2205”, “brushless 2206”)



Şekil 7. Örnek İHA motor görüntüleri.

### 3.4 Motor Sürücü (ESC)

İHA’da kullanılacak motorun akımını destekleyecek güçte 10-30A akımı sürebilen; RC kontrol sinyalini optik yalıtıcı eleman (optocoupler) üzerinden alan, böylelikle besleme geriliminden kaynaklanan parazitlerin sürücünün çalışmasını engellemediği ve motor dönüş hızının daha kararlı şekilde korunabildiği OPTO model olan; çalışma gerilimi 2-4S (7,4-14,8V) arası olan motor sürücüler (elektronik hız denetleyici) kullanılabilir. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “30A esc opto”, “blheli esc”, “simon k esc”, “micro esc”)



Şekil 8. Örnek İHA motor sürücü görüntüleri.

### 3.5 Uçuş Denetleyici

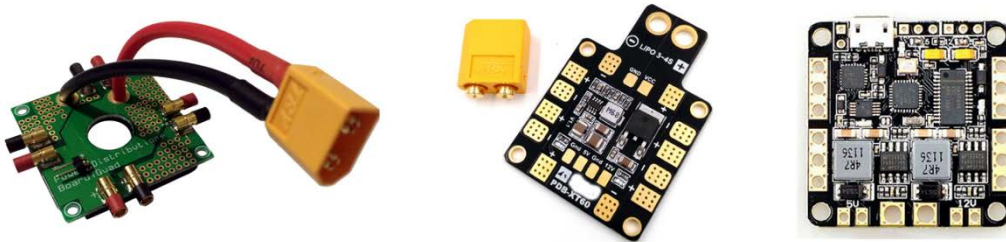
8 bit veya 32 bit tabanlı işlemciye sahip hazır denetleyiciler (CC3D, PIXRACER, APM, Naze32, Cirus, X-Racer, SP3 vb. uyumlu) kullanılabilir gibi, MEMs algılayıcılar (3 eksen gyro, 3 eksen ivmeölçer, 3 eksen manyetik pusula) kullanan kişisel tasarım uçuş denetleyiciler de kullanılabilir. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “pixracer”, “x-racer”, “naze32”, “SP F3”, “SP F4”)



Şekil 9. Örnek uçuş denetleyici görüntüleri.

### 3.6 Güç Dağıtıcısı, Güç Kaynağı

Güç dağıtıcısı (power distribution board - PDB) bataryadan gelen akımı motor sürücülere dağıtmak için kullanılır. Güç kaynağı (battery eliminator circuit - BEC) ise 10-14V arası olan batarya gerilimini düşürerek uçuş denetleyici ve diğer donanımların besleme gerilimlerini üretir. Bazı modellerde uçuş kontrol kartı ile çevre birimlerini besleyen 5V, FPV kamera sistemini besleyen 12V olmak üzere çift BEC bulunmaktadır. Ayrıca bataryadan çekilen akımın ölçülmesini sağlayan algılayıcıları (düşük ohm lu direnç) olan modeller de vardır. Hem PDB hem de BEC donanımının bir arada bulunduğu (2'si bir arada) modeller de vardır. Bazı modellerde ayrıca detayları [Bölüm 3.9](#) da anlatılmakta olan OSD (On Screen Display) modülü de (3'ü bir arada) vardır. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “pdb”, “bec”, “pdb bec”, “pdb bec 2 in 1”, “pdb bec osd”, “pdb bec osd 3 in 1”, “current sensor”)



Şekil 10. Örnek güç dağıtıcısı, güç kaynağı görüntüleri.

### 3.7 Uzaktan Kumanda

Diğer İHA'lar ile çakışmayı önlemek için en az 6 kanal a 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. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “8 ch rc control”, “16 ch rc control”, “taranis”, “9x rc control”, “fs-i6x”, “aurora 9”)



Şekil 11. Çeşitli markalara ait örnek kumanda görüntüleri.

### 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, 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. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler "fpv lcd", "fpv goggle", "diversity lcd", "diversity goggle", "fpv camera")



Şekil 12. Örnek pilotaj kamera görüntüleri.



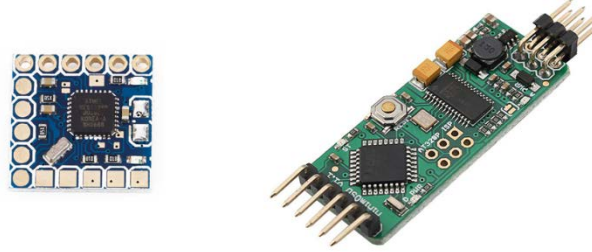
Şekil 13. Örnek pilotaj ekran ve gözlük görüntüleri.

### 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. Zorunlu değildir. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “mini osd”, “minim osd”)



Şekil 14. Örnek OSD modülleri görüntüsü.

### 3.10 Pervane

İHA’da kullanılacak motorun gücünün yeteceği, kanatların çarpışmayacağı büyüklükte olmalıdır. Motor seçilirken özelliklerinde hangi ebatlarda pervaneler ile verimli çalışabildiğine dair bilgiler bulunur. Bu bilgiler ışığında motorun verimli olarak çevirebileceği ebatlarda, 5-7 inch uzunlukta (yarıçapta), vida adımı 4-5 inch olan (pervane 1 tur döndüğünde havada ilerleyeceği mesafe) (örneğin üzerinde 6045 yazan bir pervanenin uzunluğu 6 inch, bir tur döndüğünde ilerleyeceği mesafe 4,5 inch demektir); 2 veya 3 kanatlı pervane kullanılabilir. Pervanelerin biri saat yönünde (CW) diğeri tersi yönde (CCW) dönüş açısına sahip çiftler şeklinde alınmalıdır. Pervane bir İHA’da en çok sarf edilen malzemedir. Bu nedenle fazla adette almakta fayda vardır. Ayrıca pervaneler yeni alınsa bile, dönerken İHA’yı sarsmaması için, tıpkı araba tekerleklerinde olduğu gibi, öncelikle balans ayarı yapılması gerekir. Bu balans ayarının hem pil tüketimine, hem de motor rulman ömrüne olumlu katkıları vardır. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “5x4.5 prop”, “6045 prop”, “7038 prop” “6045 prop”, “5045 3 blade”)



Şekil 15. Örnek pervane görüntüleri.

### 3.11. Batarya

Lityum polimer (LiPo), gerilimi 2-4S (7,4-14,8V), anlık akım verme kapasitesi 45C ve üzeri olabileceği gibi kapasite (mAH) sınırı yoktur. 1.000mAH ile 2.200mAH arası kullanılabilir.

### 3.12 Batarya Alarmı (Lipo 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. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “lipo alarm”, “mini lipo alarm”, “battery alarm”)



Şekil 16. Örnek LiPo batarya alarm görüntüsü.



#### 4. YARIŞMA ALANI

Yarış komitesi gerektiğinde yarış parkurunu değiştirebilir. (En güncel yarış parkuru, yarışma web sitesinde yayınlanacaktır. Lütfen güncellemeleri takip ediniz.)

**4.1** Yarışma, tel örgü ile çevrili açık alan (45 x 90m futbol sahası) içerisinde belirlenen 30 x 60m alan içerisinde gerçekleştirilecektir. Yarışma alanından çekilen örnek resimler Şekil-19 ve Şekil-20 deki gibidir.

Şekil 19. Yarışma alanından görüntüler #1.

Şekil 20. Yarışma alanından görüntüler #2.



**5.5** Yarış sırasında pilot Mini İHA'yı FPV gözlükle kontrol edecektir.

**5.6** Gözlemci ise hakem talimatıyla birlikte Mini İHA'yı başlangıç noktasına yerleştirme, yarışma sonunda sahadan alma, yarışma sırasında pilotun yanı başında durarak Mini İHA'yı çıplak gözle takip etme ve pilota gerektiğinde sesle komut vererek her türlü destek olma görevlerini yürütecektir.

**5.7** Yarışma iki aşamada düzenlenecektir. İlk aşamada sıralama turları yapılacaktır. İkinci aşamada ise eleme turu, çeyrek final, yarı final ve final yarışları gerçekleştirilecektir.

**5.8** Yarışmanın ilk iki günü sıralama turları olacak şekilde planlanmaktadır. Teknik heyetin kararıyla bu süre değiştirilebilir. Bu süre içerisinde, her takımın sıralama turlarına katılabilmek için en çok üç hakkı vardır.

**5.9** Sıralama turları süreci içerisinde üç hakkını da tamamlayamayan takımlara; kalan haklarını kullanmaları için ek süre verilmeyecektir.

**5.10** Takımların tamamlamış oldukları sıralama turları içerisinde aldıkları en iyi derece (parkuru en kısa süre tamamlamaya bağlı), takımın sıralama turu derecesi olarak kabul edilecektir.

**5.11** Sıralama turlarında ilk 32'ye giren takımlar ikinci aşama eleme turuna katılmaya hak kazanacaktır.

**5.12** Sıralama turlarında takımlar tek tek yarışacaktır.

**5.13** Sıralama turunda takımlar parkurda bir tur atacaktır. Bir turu tamamlama süresi sıralama turu süresi olarak kabul edilecektir.

**5.14** İkinci aşamadaki tüm yarışlarda, yarışma alanında aynı anda dört adet Mini İHA birlikte yarışacaktır.

**5.15** Final yarışı hariç, ikinci aşamadaki tüm yarışlarda 4'erli gruplar kura ile belirlenecektir.

**5.16** İkinci aşamadaki tüm yarışlarda; yarışa başlama noktaları, grup içerisindeki takımların bir önceki yarışta elde ettikleri süreler göz önüne alınarak belirlenecektir. (Örneğin ikinci aşama eleme yarışlarında takımların sıralama turlarındaki süreleri, çeyrek final yarışlarında ise ikinci aşama eleme yarışı süreleri, vb. ) Grup içerisinde bir önceki yarışta en iyi dereceyi elde etmiş takımın aracı 1. konumda, en düşük dereceye sahip takımın aracı ise 4. konumda yarışa başlayacaktır.

**5.17** İkinci aşama eleme yarışlarında, gruplarında en iyi dereceyi alan iki takım çeyrek final yarışlarına katılmaya hak kazanacaktır.

**5.18** Çeyrek final yarışlarında, gruplarında en iyi dereceyi alan iki takım yarı final yarışlarına katılmaya hak kazanacaktır.

**5.19** Yarı final yarışlarında, gruplarında en iyi dereceyi alan iki takım final yarışlarına katılmaya hak kazanacaktır.

**5.20** Finalde, gruplarında en iyi dereceyi alan dört takım birlikte yarışacaktır.

**5.21** İkinci aşamadaki tüm yarışlarda, grup içerisindeki tüm takımlar ilk engelden (1. Engel) başarıyla geçtikleri takdirde yarışma başlamış kabul edilecektir. Takımlardan biri bile ilk engelden geçemezse yarış baştan başlatılacaktır.

**5.22.** İkinci aşamadaki final yarışı dört tur, diğer yarışlar ise 3'er tur şeklinde gerçekleştirilecektir.

**5.23** Her takımın yarışa başlama zamanı, ilk engelden (1. Engel) geçtiği anda özel bir elektronik tur zamanlayıcısı (LAP Timer) tarafından belirlenecektir. Takımın turunu tamamlayıp 1. Engel den ikinci geçişinde ise 1. tur zamanı, 1. Engelden üçüncü geçişinde 2. tur zamanı ... şeklinde elektronik olarak hesaplanacaktır.

**5.24** Yarışan her takımın başında bir hakem görevli olacaktır. Hakem, önünde bulunan ekran üzerinden yarışmacıyı takip edecektir (pilotun gözlüğünden gördüğü görüntünün aynısı, hakemin ekranında da olacaktır). Böylelikle hakem yarışmacının engelleri doğru sırada geçip geçmediğini, arada engel atlayıp atlamadığını, yarış kurallarına uyup uymadığını kontrol edecektir. Buna göre gerektiğinde yarışmacıya süre cezası verilecektir. Ceza miktarı ileri ki kılavuzlarda açıklanacaktır.

**5.25** Her takıma, 1'er adet FPV kamera ve video aktarıcı (transmitter VTX) ile FPV gözlük (goggles) gibi donanımlar yarış komitesi tarafından, her yarışma öncesinde takımlara verilecektir. Yarış bitiminde bu donanımlar takımlardan geri alınacaktır. FPV donanımının takımların Mini İHA sına montajı ile ilgili gereklilikler, takımların İHA'ları üzerinde yapmaları gereken düzenlemeler, ilerleyen zaman içerisinde bu kılavuz üzerinden duyurulacaktır. Lütfen kural kitapçığının güncel halini lütfen takip ediniz.

**5.26** Yarış esnasında birbirleriyle çarpışarak, bir engele çarparak veya bireysel hata sonucu olarak yere düşen Mini İHA'lar, eğer havalanabiliyorlarsa, yarışa kaldıkları yerden devam edebileceklerdir. Yerde kaldıkları süre de yarış süresine dâhildir ve yarışma süresi durdurulmayacaktır. Havalanamayan Mini İHA'lar için yarış bitmiş sayılacaktır.

**5.27** Hakemler tarafından güvensiz olduğu tespit edilen herhangi bir uygulama veya davranış, (maksimum tavan yüksekliğinin üzerinde uçmak, uçuş alanı dışında uçmak, bir başka kullanıcının aleyhine bir olumsuz durum oluşturacak centilmenlik dışı hareket etmek vb.) yarış dışı olma sebebidir.

**5.28** Yarışma alanına izinsiz giriş yasaktır. Herhangi bir olumsuzluk durumunda (İHA'nın düşmesi, arızalanması, pili bitmesi, vb.) yarışma alanına yalnızca hakem izniyle giriş yapılabilir. Aksi hareketler sergilendiği takdirde İHA ve takımı yarışma dışı bırakılacaktır.

**5.29** Centilmenliğe aykırı hareket ve tezahürat yapılması durumunda, eylemi gerçekleştiren şahsın veya şahısların okullarının tespiti mümkün ise, okulun bu kategorideki tüm takımlarına süre cezası uygulanır.

## **6. MİNİ İHA'LARIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ**

Uluslararası MEB Robot Yarışması kapsamında düzenlenen Mini İHA kategorisinde yarışacak hava araçlarının teknik özellikleri aşağıdaki gibi olacaktır.

**6.1** Yarışa katılabilecek Mini İHA'nın çapraz motor merkezleri arası mesafe 180-260mm arası olmalıdır. Mini İHA, pervane hariç 240mm x 240mm kare içerisine tam olarak sığabilmelidir. Yarışma öncesi yapılacak teknik kontrolde İHA'nın kare kutuya sığıp sığmadığı inceleneyecektir.

**6.2** Mini İHA'nın ağırlığı, yarış komitesinin vereceği FPV donanımları hariç, batarya ve diğer tüm donanımlar dâhil 500 ile 1.000gr. arası olmalıdır. Yarışma öncesi yapılacak teknik kontrolde Mini İHA tartılacaktır.

**6.3** Çeşitli sebeplerle teknik kontrolleri geçemeyen takımlar, sıralama turları süreci içerisinde, eksikliklerini tamamlayıp, yarışmak için sıraya girebilirler. Bu takımlar, ikinci aşama yarışlarının başladığı ilan edildikten sonra yarışa alınmayacaktır.

**6.4** Mini İHA'larda kullanılacak pervane boyutu en fazla 5 inch olmalıdır.

**6.5** Mini İHA bataryası en fazla 4S Li-Po (16,8V) olmalıdır. Batarya kapasitesinde (mAh) sınırlama yoktur.

**6.6** Yarış komitesi tarafından yarış öncesi takımlara verilen görüntü aktarıcı yayın gücü 25mW olacaktır. (Görüntü aktarıcılarının yayın kanalı ve gücü, yarış komitesi tarafından önceden ayarlandıktan sonra yarışmacıya teslim edilecektir.)

**6.7** Mini İHA'nın gövde tipi quadcopter (4 motorlu) olmalıdır.

**6.8** İHA gövdeleri kişisel özel tasarım olabileceği gibi, piyasadan temin edilecek hazır gövdeler de kullanılabilir. Fakat İHA'nın kendisi bir bütün olarak hazır satın alınmış bir model veya kit (RTF, ARF) olmamalıdır. Tamamen hazır alındığı tespit edilen İHA ve takımı yarışma dışı bırakılacaktır.

**6.9** Her takım İHA'nın mekanik ve elektrik-elektronik montajını kendisi yapacaktır. Ayrıca uçuş kontrolörün yazılımının yüklenmesi ve ayarlarının yapılması da yine takımın kendisi tarafından yapılacaktır. Her takım, yarışma sitesinden indireceği Word dosyası şeklindeki rapor şablonunu doldurarak, PDF biçimine dönüştürüp, yarışma öncesinde sisteme yükleyecektir. Sisteme raporu yüklemeyen takımlar yarışa alınmayacaktır.

**6.10** Takımların LiPo bataryalarının yanmaz batarya torbası (LiPo safe bag) içinde olup olmadığı kontrol edilecektir. Yanmaz batarya torbası bulunmayan takımların kaydı yapılmayacaktır.

**6.11** Mini İHA'nın otonom uçuş özelliği bulunmayacaktır. Bu nedenle gövde üzerinde GPS vb. donanım bulunmayacaktır.

## 7. GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Yarışmaya katılacak takımlar ve İHA'lar için tanımlanmış güvenlik önlemleri aşağıdaki gibidir. Güvenlik önlemlerine uymayan takımlar yarışma dışı bırakılacaktır.

**7.1** Kumanda üzerinde bulunan bir anahtar veya buton, Mini 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.

**7.2** Mini 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 Mini İHA'lar yarışma dışı bırakılacaktır.

**7.3** Mini İHA yarışma alanı sınırları veya görüş alanı dışına çıktığında, hakem talimat verdiğinde; pilot tarafından Mini İHA pasif hale getirilerek (disarm) düşürülecektir.

**7.4** 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. Yarışma alanında pillerinin açıkta olduğu, açıkta şarj edildiği tespit edilen takımlar uyarılacak ve her uyarı için takıma süre cezası verilecektir. Ceza miktarı ileri ki kılavuzlarda açıklanacaktır.

**7.5** LiPo veya türevi bataryaların takıldığı fişler (plug) gerektiğinde hakem tarafından kolaylıkla çıkarılabilecek şekilde yerleştirilecektir. Böylelikle acil durumda bataryanın İHA'dan kolayca sökülebilmesi sağlanacaktır. İHA'nın tasarımı ve montajında bu husus göz önüne alınmalıdır.

**7.6** Takımlara, İHA'larını test edebilmeleri için, yarışma salonu içerisinde özel bir test alanı gösterilecektir. 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 genel süre cezası verilecektir. Gerektiğinde, hakemlerin takdiri doğrultusunda, İHA ve takımı yarışma dışı bırakılacaktır.

## **8. İLETİŞİM**

Her türlü sorunuzda lütfen öncelikle yarışma kılavuzunu okuyunuz. Kılavuz oluşabilecek tüm soruları cevaplayacak şekilde hazırlanmıştır. Gerektiğinde kılavuzu tekrar ve dikkatlice okumak faydalı olacaktır. Buna rağmen hala soru işaretleri kalmış ise aşağıdaki e-posta adresi üzerinden iletişim kurabilirsiniz.

[iha.robotyarismasi@meb.gov.tr](mailto:iha.robotyarismasi@meb.gov.tr)