

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

**14. ULUSLARARASI**  
**MEB ROBOT YARIŞMASI**  
**İNSANSIZ HAVA ARACI (Mini Drone)**  
**KATEGORİSİ**  
**YARIŞMA KURALLARI**  
(V1.2)

2021 - 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.

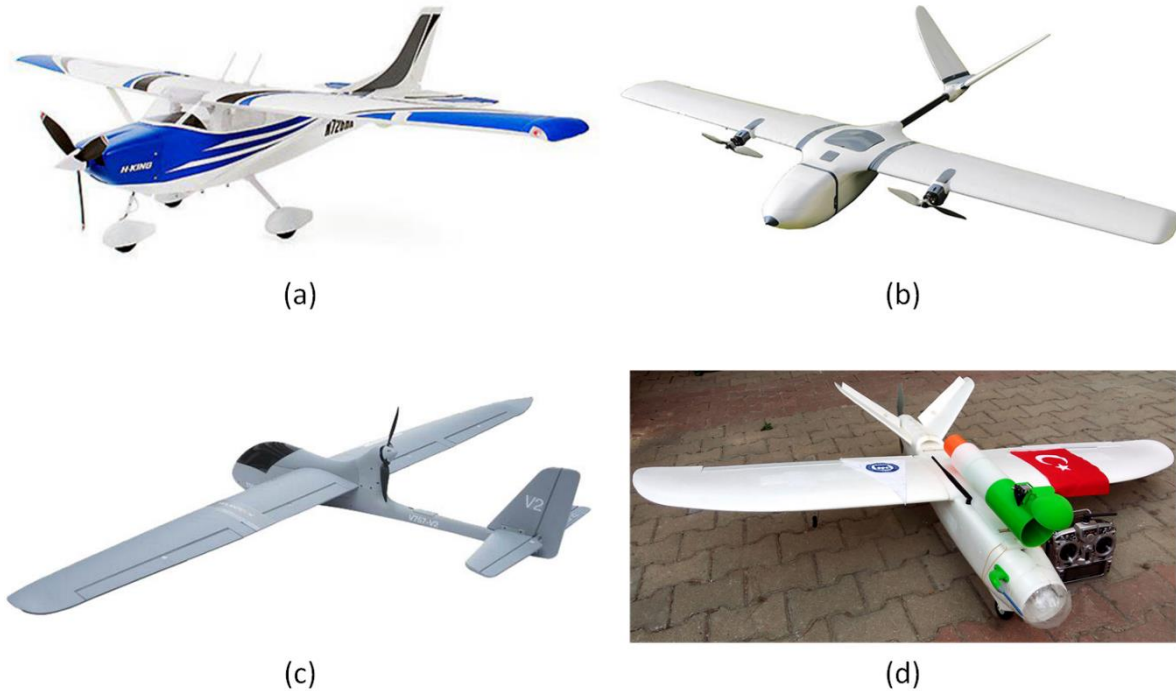
Teknolojik sıçrama noktaları ülkelerin gelişmişlik düzeyini ve halkının refahını “doping” etkisiyle arttıran olaylardır. Geçmişteki teknolojik sıçrama noktaları buhar makinası, araba ve uçak üretimi, atom enerjisi, bilgisayar ve uzay teknolojisi, endüstriyel robotlar olarak kabul edilmektedir. Günümüzdeki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

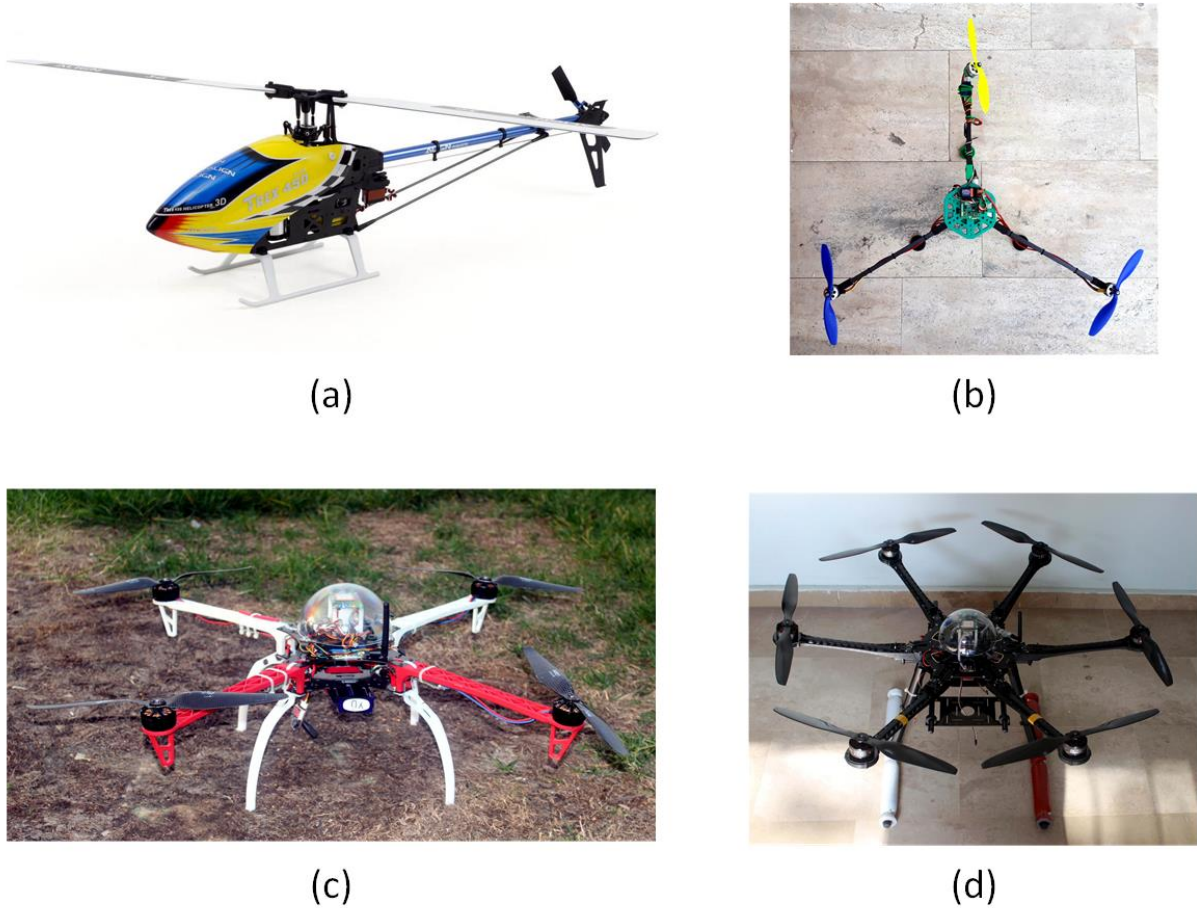


Şekil 1. Sabit kanatlı İHA görüntüleri: önden motorlu (a), kanatlardan motorlu (b), üstten motorlu (c) ve arkadan itişli (d).



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 doğrudan doğruya 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 tricopter (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.

Mini İHA kategorisinde 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.



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

Bu sene 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 amatör olarak yarışan bir takımın, ileride lisans çıkartarak ulusal ve uluslararası yarışlara profesyonel olarak katılabilesine zemin hazırlanmıştır. Bu sene ki kılavuzun hazırlanmasında katkılarından ötürü "CLUB RC" kulübüne teşekkür ederiz.

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

Yarısmaya 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)

4 adet motoru destekleyen (Quadrotor) 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 Quadrotor gövde görüntüleri.

### 3.3 Motor

Fırçasız DC motor, 2.000-4.000KV dönüş hızı, 18-22 serisi motor çapı, çalışma gerilimi 2-6S (7,4-22,2V) 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 2-6S (7,4-22,2V) 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

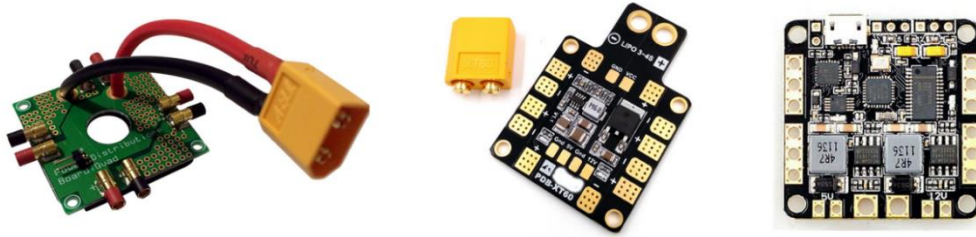
8 bit veya 32 bit tabanlı işlemciye sahip hazır denetleyiciler (CC3D, PIXRACER, APM, Naze32, Cirus, X-Racer, SP3 vb. uyumlu) kullanılabilir gibi, MEMs algılayıcılar (3 eksen gyro, 3 eksen ivmeölçer, 3 eksen manyetik pusula) kullanan kişisel tasarım uçuş denetleyiciler de kullanılabilir. (ipucu: İnternet 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 3.9 OSD (On Screen Display) Modülü de 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 2-6S (7,4-22,2V), 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.

### 3.13 Batarya Güvenli Taşıma Çantası (LiPo Safe Bag)

LiPo bataryaların patlamalarına karşı koruyucu özellikli yanmaz çanta kullanılmalı, tüm bataryalar çanta içinde şarj edilmeli ve saklanmalıdır. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “yanmaz lipo”, “lipo safe bag”, “lipo guard”)



Şekil 17. Örnek LiPo batarya güvenli taşıma çantası görüntüsü.

### 3.16 Mekanik Montaj

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

### 3.17 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 makron ile kabloları sabitlemek için kablo bağı kullanılıp kullanılmadığı kontrol edilecektir. Bu kurallardan birine bile uymayan takım yarıştırmayacaktır.



Şekil 18. Önceki senelerde yarışma alanında düştüğü için yanmaya başlayan Mini İHA'ya hakemlerin müdahale görüntüsü.



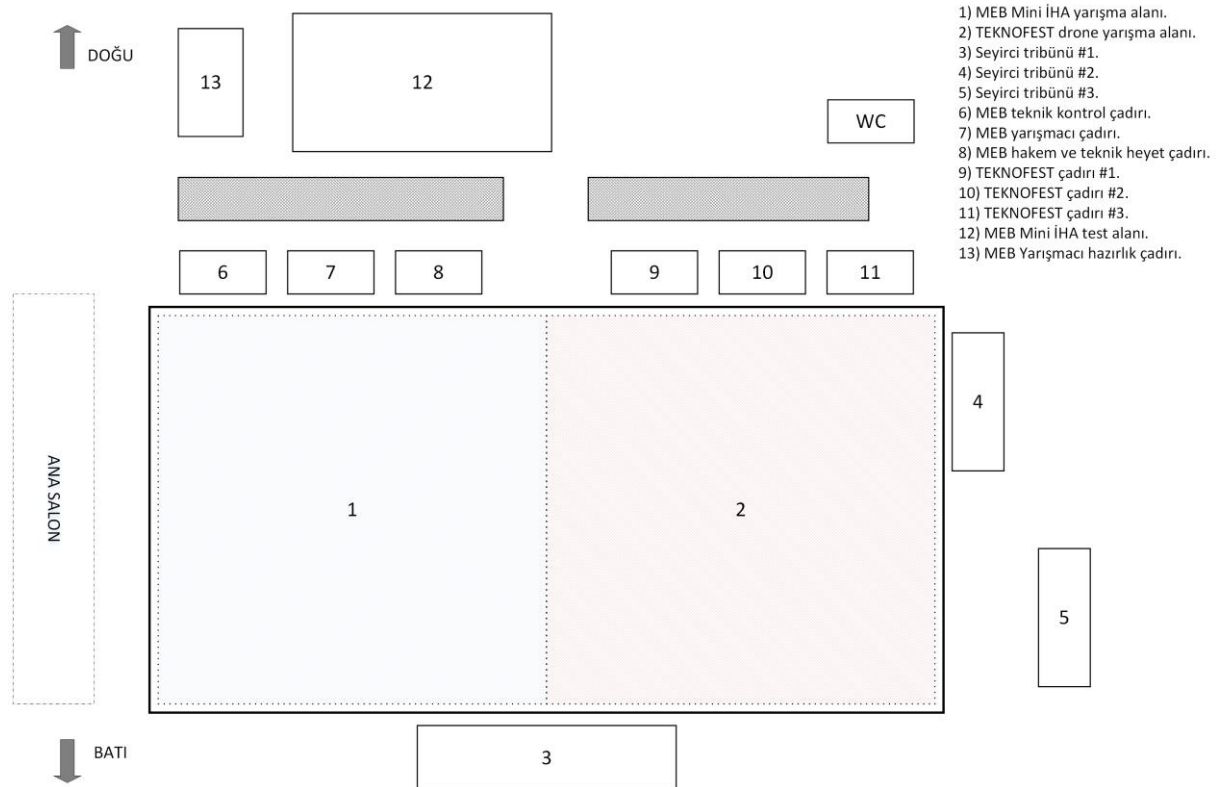






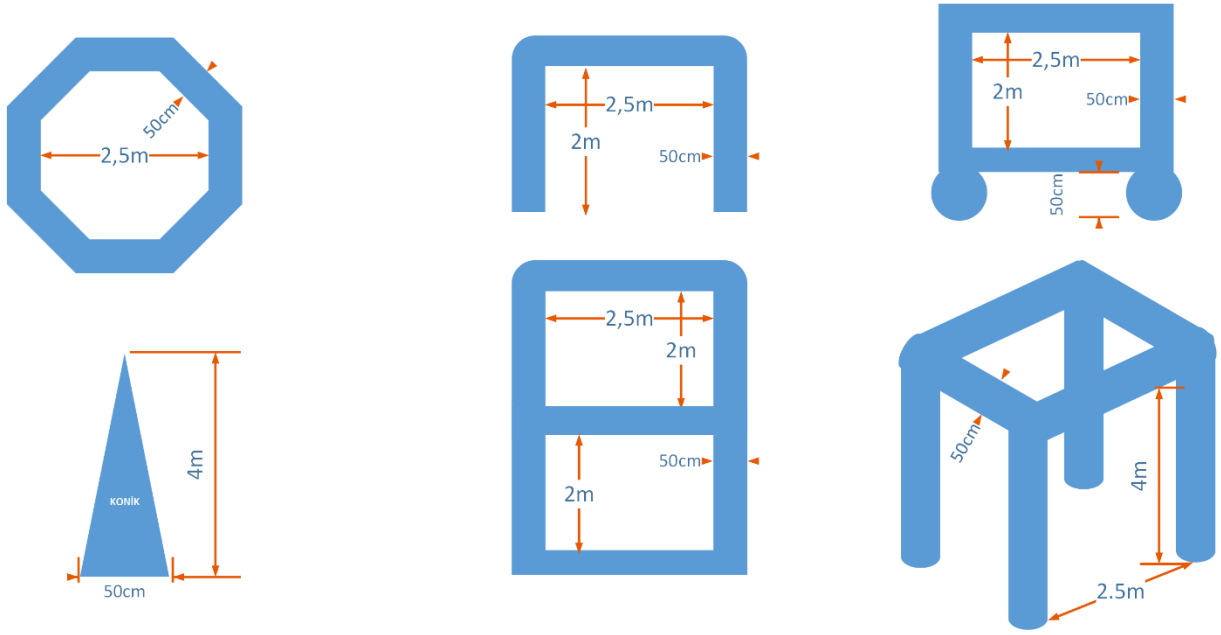
Şekil 21. Yarışma alanından görüntüler #3.

4.2 Yarışma alanındaki yerleşimin Şekil 22'deki gibi olacağı ön görülmektedir.



Şekil 22. Örnek yarışma parkuru.

4.3 Yarışma alanındaki parkurda kullanılacak engeller ve çeşitlerinin Şekil 23'deki gibi olması öngörülmektedir. Engellerin Şekil 24'de hava ile şişirilen tipte olması planlanmakta olup, engellerin sayısı ve yerleşimi yarışma günü belli olacaktır. Yarış parkuru, yarışlar öncesi ilan edilecektir ve teknik kontrol çadırından temin edilebilir. (Engellerin tedarik sürecinde yaşanabilecek aksaklıklar nedeniyle, engeller şişme yerine farklı tipte malzemeden oluşabilir.)



Şekil 23. Yarışma alanındaki parkurda yer alması ön görülen engel çeşitleri ve ölçüleri.



Şekil 24. Şişme tipte örnek bir engel görüntüsü.

**4.4** Yarışma alanında Şekil 22’de ifade edildiği gibi 4 ayrı çadır bulunacaktır: teknik kontrol çadırı (6), yarışmacı çadırı (7), teknik heyet çadırı (8) ve yarışmacı hazırlık çadırı (13). Aynı zamanda yarışmacılara Mini İHA’larını uçurarak deneyebilecekleri bir test alanı (12) bulunmaktadır.

**4.5** Yarışmacı hazırlık çadırında yarışmacılar Mini İHA’ları üzerindeki son değişiklik, ekleme, kontrol ve düzenlemeleri yapacaklardır. İsterlerse sıraya girmek kaydıyla test alanını kullanabileceklerdir. Hazırlık çadırında 220VAC priz imkanı olacaktır. (Teknik sebeplerle yarışmacı hazırlık alanı, Ana Salon içerisinde farklı bir odaya taşınabilir.)

**4.6** Teknik kontrol çadırında, yarış öncesi Mini İHA’lar üzerindeki son hazırlıklar ve kontroller gerçekleştirilecektir. Yarış komitesinin temin edeceği pilotaj kamerası ve görüntü aktarma/kaydetme kiti (PKGA)’nin montajı, hakemler denetiminde bu çadırda yapılacaktır.

**4.7** Yarışmacı çadırında ise yarışacak pilotlar ile gözlemciler (yardımcı pilot) ve bunları denetleyen hakemler bulunacaktır. FPV gözlük kullanımında pilotlara destek olmak için yarış koltuğu bulunacaktır. Gözlemciler yarış sırasında ayakta görev yapacaklardır. Pilotları denetleyen hakemler için ekran ve koltuklar yine bu çadır içerisinde bulunacaktır.

**4.8** Teknik heyet çadırında ise yarışı düzenleyen ve yarışın sağlıklı bir şekilde yürütülmesini sağlayan teknik heyet yer alacaktır. Yarışlar öncesi, Mini İHA’ların son teknik kontrolleri (kural kitapçığı 6. madde) ve uygunluk ölçümleri burada denetlenecektir. Ayrıca yarışlar sırasında takımların tur zamanları ve dereceleri ile yarış görüntülerine ait kayıtlar burada tutulacaktır.



---

## 5. YARIŞMA KURALLARI

Yarış komitesi gerektiğinde yarışma kurallarını teknik ve uygulama gereklerine göre değiştirebilir. En güncel kurallar yarışma web sitesinde yayınlanacaktır. Lütfen güncellemeleri takip ediniz. (Kapak sayfasında yer alan versiyon numarasını kontrol ediniz.) <http://robot.meb.gov.tr/> sitesinde yer alan Genel Uygulama Kılavuzu kuralları bu kategori için de geçerlidir.

**5.1** Her takım, yarış komitesinin belirlediği kurallara ve hakem uyarılarına harfiyen uymak zorundadır. Kural dışı davrandığı tespit edilen takımlar yarışma dışı bırakılır.

**5.2** Yarış komitesi uygun gördüğü yarışın tekrarını yaptırabilir.

**5.3** Takımlar tüm itirazlarını genel “Uygulama Kılavuzu” kurallarına göre yapabilir.

**5.4** Her takımda bir pilot ve bir gözlemci (yardımcı pilot) olmak üzere en az iki öğrenci bulunabilir.

**5.5** Pilot, yarış sırasında Mini İHA’yı FPV gözlükle veya ekranla izleyerek 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 gözle takip etme ve pilota gerektiğinde sesle komut vererek her türlü destek olma görevlerini yürütecektir.

**5.7** Yarışma Şekil 25’de görüldüğü gibi iki aşamada ve toplam 5 etap olacak şekilde düzenlenecektir. İlk aşamada sıralama turları yapılacaktır. İkinci aşamada ise eleme turu, çeyrek final, yarı final ve final etapları gerçekleştirilecektir.

**5.8** Yarışmanın ilk iki günü sıralama turları olacak şekilde planlanmaktadır. Katılımcı sayısı ve yarışmanın seyrine göre, teknik heyetin kararı doğrultusunda bu süre değiştirilebilir. Bu süre içerisinde, her takımın sıralama turlarına katılabilmek için en çok iki deneme hakkı vardır.

**5.9** Sıralama turlarının bittiği ilan edilene kadar iki hakkını da tamamlayamayan takımlara; kalan haklarını kullanmaları için ek süre verilmeyecektir.

**5.10** Takımların sıralama turlarına katılma sırası, yarışma öncesi düzenlenecek kura ile belirlenecektir. Anons ile çağrıldığı halde teknik kontrol çadırına gelmeyen yarışmacılar sıralarını kaybederek en son sıraya alınırlar. Yine ilk sıralama turu hakkını tamamlayıp ikincisini kullanmak isteyen takımlar, kura sonucuna göre belirlenen listenin en sonuna eklenir.

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

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

**5.13** Yarışmacı sayısı göz önüne alınarak sıralama turlarında takımlar tek başına veya ikiyeşerli olarak yarışacaktır.

**5.14** Sıralama turunda takımlar parkurda üç tur atacaktır. Üç turu tamamlama süresi, sıralama turu süresi olarak kabul edilecektir.

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

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

**5.17** 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.

## 1. AŞAMA (İlk 2 gün)

### 1. ETAP: Sıralama Turları

- Yarışmaya katılan her takım ilk önce sıralama turlarına katılır.
- 1. Etap yarışma sırası çekilecek kura ile belirlenir.
- Her takım tek başına veya iki takım halinde parkurda 3 tur atar.
- Takımların 3 turun toplamında elde etti süre «1. Etap Tur Zamanı» olarak kabul edilir.
- 1. Etap süresince her takımın en fazla 2 kere sıralama turu atma hakkı vardır.

### 2. ETAP: Eleme Turları

- Sıralama turlarında en iyi derece yapan («1. Etap Tur Zamanı» en kısa olan) 32 takım eleme turlarına katılır.
- Takımlar parkurda 4 erli gruplar halinde yarışır.
- Toplam  $32/4=8$  grup oluşturulur.
- Her bir grupta yarışacak takımlar kura ile belirlenir.
- Grup içindeki takımların yarışa başlangıç konumları, sıralama turlarında elde ettikleri dereceye göre belirlenir.

### 3. ETAP: Çeyrek Final Turları

- Eleme turlarında, her grup içerisinde en iyi derece yapan («2. Etap Tur Zamanı» en kısa olan) 2 takım; toplamda  $2 \times 8=16$  takım çeyrek final turlarına katılır.
- Takımlar parkurda 4 erli gruplar halinde yarışır.
- Toplam  $16/4=4$  grup oluşturulur.
- Her bir grupta yarışacak takımlar kura ile belirlenir.
- Grup içindeki takımların yarışa başlangıç konumları, «2. Etap Tur Zamanı» na göre belirlenir.

## 2. AŞAMA (Son gün)

### 4. ETAP: Yarı Final Turları

- Çeyrek final turlarında, her grup içerisinde en iyi derece yapan («3. Etap Tur Zamanı» en kısa olan) 2 takım; toplamda  $2 \times 4=8$  takım yarı final turlarına katılır.
- Takımlar parkurda 4 erli gruplar halinde yarışır.
- Toplam  $8/4=2$  grup oluşturulur.
- Her bir grupta yarışacak takımlar kura ile belirlenir.
- Grup içindeki takımların yarışa başlangıç konumları, «3. Etap Tur Zamanı» na göre belirlenir.

### 5. ETAP: Final Turları

- Yarı final turlarında, her grup içerisinde en iyi derece yapan («4. Etap Tur Zamanı» en kısa olan) 2 takım; toplamda  $2 \times 2=4$  takım final turlarına katılır.
- Takımlar parkurda 4 erli tek grup halinde yarışır.
- Grup içindeki takımların yarışa başlangıç konumları, «4. Etap Tur Zamanı» na göre belirlenir.

Şekil 25. Yarışma planı.

---

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

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

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

**5.21** Final yarışında, yarı finalde en iyi dereceyi almış olan dört takım birlikte yarışacaktır.

**5.22** İkinci aşamadaki tüm etaplarda, grup içerisindeki tüm takımlar ilk engelden (1. Engel) başarıyla geçtikleri takdirde yarışma başlamış kabul edilecektir. Takımlardan biri bile ilk engelden geçemezse yarış baştan başlatılacaktır. Her etap en fazla 3 kez baştan başlatılabilir. 3. kez başlamada engelden geçemeyen takımlar elenmiş sayılacaktır. Elenen takımlar hava aracını yere indirecek ve yarışa devam etmeyecektir.

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

**5.24** 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.

**5.25** 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.

**5.26** Her takıma, 1'er adet video verici (VTX) ile FPV gözlük (goggles) gibi donanımlar yarış komitesi tarafından, her yarışma öncesinde verilecektir. Yarış bitiminde bu donanımlar takımlardan geri alınacaktır.

\*\*\* Not: Yarış komitesi tarafından temin edilecek VTX modülü, 25mW güçte çalışacak olup, standart 48 kanal yarış bandını desteklemektedir. VTX modülüne bağlanacak anten, drone yarışı dünyasında "lolipop" olarak adlandırılan 2.5DBi güçte sağ el polarizasyonlu (RHCP) çok yönlü (omnidirectional) yayılıma sahip bir antendir. Yine yarış komitesi tarafından temin edilecek FPV gözlük için ise iki ekranlı bir model tercih edilmiştir.

İsteyen takım kendi FPV gözlük takımını veya FPV ekranını kendisi getirebilir. Fakat takımın getirdiği FPV alıcısının, yarış komitesi tarafından temin edilen VTX ve anten grubu ile uyumlu olup olmama durumunda sorumluluk yarışmacıya aittir. Herhangi bir uyumsuzluk yaşanması durumunda, takım yarış komitesinden FPV gözlük temin edebilecektir.

**5.27** 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 dahildir ve yarışma süresi durdurulmayacaktır. Her ne sebeple olursa olsun, havalanamayan Mini İHA'lar için yarış bitmiş sayılacaktır.

**5.28** 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.



**5.29** 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.

**5.30** Centilmenliğe aykırı hareket ve tezahürat yapılması durumunda, eylemi gerçekleştiren şahsın veya şahısların okullarının tespiti mümkün ise, okulun bu kategorideki tüm takımlarına 20sn. süre cezası uygulanır.

**5.31** Yarış sırasında parkurdaki engelleri atladığı, yanlış sıralama ile geçtiği hakemler tarafından tespit edilen takımlara, her bir hatası için 5sn. süre cezası verilir. Bir etapta kazayla veya kasıtlı olarak atlanabilecek (ceza alınarak) engel sayısı en fazla 4 olup; 4'ten fazla engel atlanması yarışma dışı kalma sebebidir.

## 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 180-270mm 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 incelenecektir.

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

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

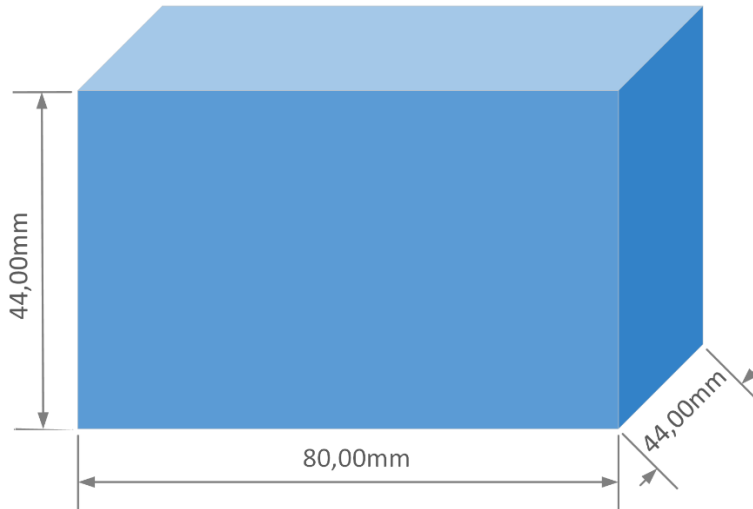
**6.4** Mini İHA'larda kullanılabilir pervane boyutu en fazla 5 inch olmalıdır.

**6.5** Mini İHA bataryası en fazla 6S Li-Po (22,2V) 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 ayarlanacaktır. Yarışmacıların kanal ve/veya güç ayarında değişiklik yapması yasaktır. Yarışma sonucunda özel bir güç ölçer ile VTX yayın gücü ölçülecektir. Ayarlarda değişiklik tespit edilen takım yarışma dışı bırakılacaktır.

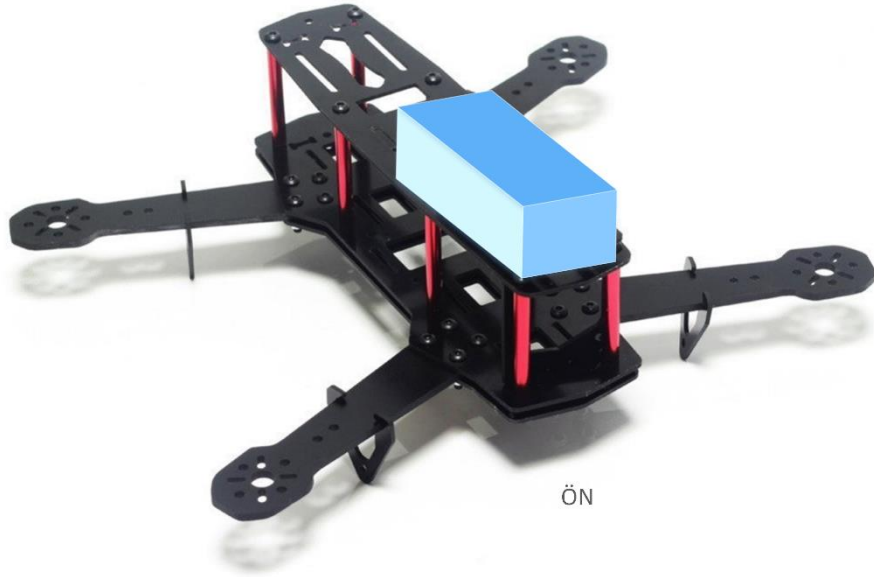
**6.7** Mini İHA'nın FPV yapan diğer pilotlar ve izleyiciler tarafından görülebilmesi için, arka tarafına LED ile aydınlatma yapılacaktır. Kullanılacak LED sayısı, rengi ve deseni istenildiği gibi seçilebilir.

**6.8** Yarış komitesi tarafından temin edilecek pilotaj kamerası ve görüntü aktarma/kaydetme kiti (PKGA) özel koruyuculu bir yapı biçiminde verilecektir. PKGA'nın boyutları yaklaşık olarak yükseklik 44mm, genişlik 44mm ve uzunluk 80mm şeklinde bir dikdörtgen prizma olarak düşünülebilir. Şekil 26'da PKGA'nın ölçüleri verilmiş olup, ağırlığı 100-150gr. civarı olacaktır.



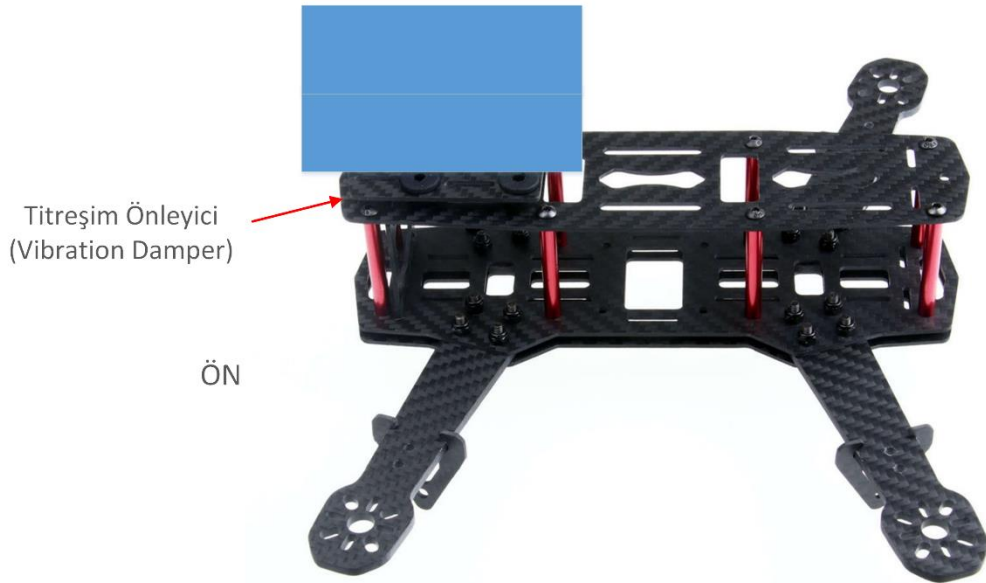
Şekil 26. Temsili PKGA boyutları.

Takımlar Mini İHA'larının üzerinde PKGA'nın montajı için gerekli alanı boş bırakacaklardır. Yarışacak takımın Mini İHA'sına PKGA Şekil 27'deki gibi monte edilecektir. Montaj hakemler gözetiminde yapılacak olup, montaj sırasında çift taraflı bant ve/veya kablo bağı kullanılacaktır. Yarışma sonunda PKGA sökülecektir.



Şekil 27. Mini İHA üzerine monte edilmiş temsili PKGA görüntüsü.

İsteyen takım, Mini İHA'sının üzerinde PKGA'nın monte edileceği yerin altına sarsıntı önleyici (vibration damper) ekleyebilir. Bu konuda herhangi bir kısıtlama yoktur. Şekil 28'de, titreşim önleyici üzerine temsili olarak PKGA eklenmiş bir Mini İHA görülmektedir.



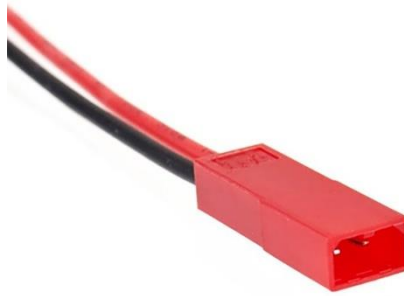
Şekil 28. Titreşim önleyici üzerine montajı yapılmış PKGA görüntüsü.

**6.9** PKGA enerjisini üzerine monte edildiği Mini İHA'dan JST erkek tipi soketli kablo ile alacaktır. Şekil 29'da PKGA üzerinde yer alacak JST erkek tipi soketli kablo görülmektedir.



Şekil 29. PKGA üzerinde bulunacak JST erkek tipi güç alma soketi.

Bu nedenle yarışa katılacak her bir Mini İHA üzerinde, azami 6S enerji bulunan (İHA'nın batarya güç hattına bağlı) ve aracın ön tarafına uzanabilecek uzunlukta JST dişi tipi soketli kablo bulundurmak zorundadır. Aksi halde PKGA'ya enerji verilemeyeceği için araç yarışamayacaktır. Şekil 30'da yarışmaya katılacak tüm Mini İHA'larda bulunması gereken JST dişi tipi soketli kablo görülmektedir. Sokete şekildeki gibi bakıldığında, kablonun kırmızı olanı batarya (+), siyah olanı batarya (-) hattına bağlı olacaktır.



Şekil 30. Mini İHA üzerinde bulunması zorunlu olan JST dişi tipi güç verme soketi.

**6.10** Mini İHA'nın gövde tipi Quadrotor (Quadcopter - 4 motorlu) olmalıdır.

**6.11** 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. (Piyasada MEB yarışları için hazır kitle satan siteler, yerler ve ürünleri yarışma komitesi tarafından bilinmekte ve ürünleri takip edilmektedir.)

**6.12** 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.

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

**6.14** 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 10sn. süre cezası verilecektir.

**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 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 15sn 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