



MESLEKİ VE TEKNİK EĞİTİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

100 EĞİTİMİN
YÜZYILI



TÜBİTAK

TİKA



17. ULUSLARARASI MEB ROBOT YARIŞMASI

MINİ İHA KATEGORİ KILAVUZU

2025

Köklerden Geleceğe Eğitim, Teknoloji, Üretim



İÇİNDEKİLER

1. AMAÇ	2
2. KAPSAM	2
3. MİNİ İHA'LAR HAKKINDA TEMEL BİLGİLER	6
3.1. UÇUŞ SİMÜLATÖR YAZILIMI	6
3.2. GÖVDE (FRAME).....	7
3.3. MOTOR	8
3.4. MOTOR SÜRÜCÜ (ESC)	8
3.5. UÇUŞ DENETLEYİCİ.....	9
3.6. GÜÇ DAĞITICISI, GÜÇ KAYNAĞI	9
3.7. UZAKTAN KUMANDA	10
3.8. PİLOTAJ KAMERA, EKРАН VE GÖZLÜK TAKIMI (FPV)	10
3.9. OSD (ON SCREEN DISPLAY) MODÜLÜ	12
3.10. PERVANE.....	13
3.11. BATARYA.....	13
3.12. BATARYA ALARMI (LİPO ALARM) VE İHA BULUCU (FINDER)	15
3.13. BATARYA GÜVENLİ TAŞIMA ÇANTASI (LİPO SAFE BAG)	16
3.14. MEKANİK MONTAJ.....	16
3.15. ELEKTRİK-ELEKTRONİK MONTAJ.....	16
3.16. ELEKTRİK-ELEKTRONİK SIVI KORUMA	17
4. YARIŞMA ALANI	18
5. YARIŞMA KURALLARI	26
6. MİNİ İHA'LARIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ	31
7. VİDEO YÜKLEME VE ÜRETİM RAPORU KURALLARI:	33
7.1. VİDEO YÜKLEME PLATFORMU:	33
7.2. VİDEO İÇERİĞİ:	33
7.3. TEKNİK GEREKSİNİMLER:	34
7.4. VİDEO LİNKİ VE ÜRETİM RAPORU:.....	34
7.5. ÖRNEK VİDEO:	34
7.6. VİDEO İÇERİĞİ VE RAPOR UYUMU:	35
8. GÜVENLİK ÖNLEMLERİ	35
9. İLETİŞİM	36



MİNİ İHA KATEGORİ KILAVUZU

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.

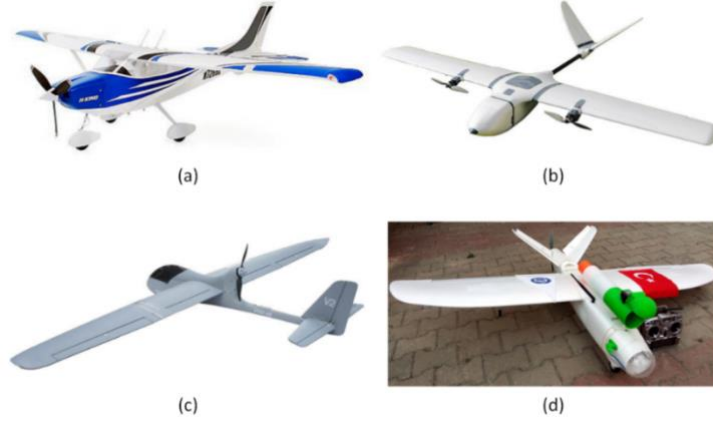
Teknolojik sıçrama noktaları ülkelerin gelişmişlik düzeyini ve halkının refahını “doping” etkisiyle artıran olaylardır. Geçmişteki teknolojik sıçrama noktaları buhar makinası, araba ve uçak üretimi, atom enerjisi, bilgisayar ve uzay teknolojisi, endüstriyel robotlar olarak kabul edilmektedir. Günümüzdeki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



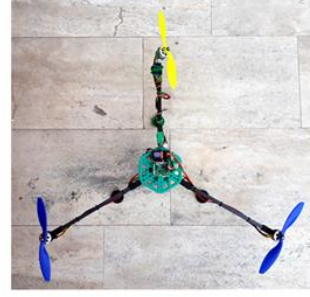
Şekil 1. Sabit kanatlı iha görüntüleri: önden motorlu (a), kanatlardan motorlu (b), üstten motorlu (c) ve arkadan itişli (d).

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.



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 2. Döner Kanatlı İHA Görüntüleri: Tek Pervaneli Helikopter (a), Üç Pervaneli Trikopter (b), Dört Pervaneli Quadkopter (c) ve Altı Pervaneli Hexakopter (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 ekseninde pervane olup araç dikine kalkışı gerçekleştirdikten sonra araç yatay eksene dönmektedir. Kimi tasarımda hem döner kanat İHA'lardaki gibi dikey ekseninde hem de sabit kanatlı İHA'lardaki gibi yatay ekseninde pervaneye sahiptir. Kimi tasarımlarda ise dikey eksenindeki 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 Mini İHA Görüntüsü.

Mini İHA kategorisinde aşağıda detayları verilen kurallar kapsamında üzeri açık alanda yarış düzenlenecektir. Kurallar belirlenirken uluslararası ve ulusal Mini İHA yarış liglerinin (ör: TDL – Tech Drone League, FPV Drone Yarışçuları Spor Klübü 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.



3. MİNİ İHA'LAR HAKKINDA TEMEL BİLGİLER

Yarışmaya katılacak mini İHA'yı oluşturan örnek bileşenler ve uyulması 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 dururken uçmakta olan İHA'yı kontrol etme zorunluluğudur. Bu duruma şöyle bir örnek verilebilir: Arabanın sürücüsü aracın ön tarafındaki sürücü koltuğundadır. Bu nedenle sürücünün direksiyonla arabaya verdiği yönlendirmeden, aracın üzerinde olduğu için sürücü kendisi de direkt 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 değişiklik göstermektedir. İşte bu durum, model kullanımında yaşanan en büyük zorluk olup pilota bu oryantasyon eğitiminin verilmesi gerekmektedir. Bu da en iyi ve en ucuz yöntemle simülatör yazılımı kullanımıyla gerçekleştirilebilir.

İHA pilotluğu için yaygın olarak kullanılan profesyonel simülatör yazılımlarının ortak özelliği, hepsinin kontrolünün, İHA'ların kontrolü için de kullanılan uzaktan kumandalar üzerinden yapılmasıdır. Bilgisayar oyunlarında olduğu gibi klavye, fare veya oyun çubuğu üzerinden kontrol edilmezler. Böylelikle pilot İHA'yı uçurmak için kullanacağı uzaktan kumandayı ve tepkilerini bilgisayar ortamındaki simülatör üzerinde görebilir. Pilotun kumanda üzerindeki el becerisi artar. Bu nedenlerle yarışacak İHA pilotlarının simülatör ortamında eğitim alması gereklidir.

Eski nesil uzaktan kumandaların üzerlerinde kumanda eğitimi amaçlı kullanılmak üzere tasarlanmış soket (trainer port) bulunur. Fiziki olarak eğitim soketi genellikle 3.5mm mono kulaklık jakına uygun tasarlanmıştır. Kumandanın eğitim soketi ile bilgisayar arası bağlantı, simülatör yazılımı ile birlikte gelen USB aparatı (dongle) ile birlikte yapılır. 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 simülatör”, “FPV Drone simülatör”, “uncrashed FPV”, “VelociDrone”, “PhoenixRC”)



Şekil 5. Örnek Bir Uçuş Simülatör Yazılımı ve Aparatları Görüntüsü.

Yeni nesil uzaktan kumandaların üzerlerinde bilgisayar bağlantısı için USB portu bulunmaktadır. Bu port üzerinden, ek bir aparat kullanmadan mini USB kablo ile bilgisayar bağlantısı sağlanabilmektedir.

İnternet yazılım teknolojisinin gelişmesiyle birlikte yarış İHA’sı (race drone) kullanımına yönelik simülatörlere online web siteleri üzerinden de erişilebilmektedir. Bu web sitelerinde bulunan simülatörler de yine bilgisayar ile bağlantısı kurulmuş uzaktan kumandalar ile kontrol edilebilmektedir. Bu amaçla geliştirilmiş online web sitelerine örnek olarak

- <https://www.velocidrone.com>
- https://store.steampowered.com/app/1682970/Uncrashed__FPV_Drone_Simulator/

verilebilir.

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”, “5 inc FPV Drone Frame”)



Şekil 6. Örnek Quadrotor Gövde Görüntüleri.

3.3. Motor

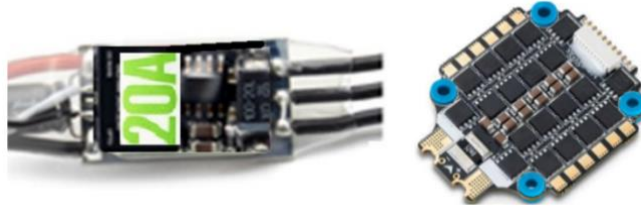
Fırçasız DC motor, 18-24 serisi motor çapı, çalışma gerilimi 2-6S (8,4-25,2V) arası olan motorlar kullanılabilir. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “fırçasız dc 22”, “brushless dc racer”, “FPV Drone Motor”, “brushless 2205”, “brushless 2207”)



Şekil 7. Örnek İHA Motor Görüntüleri.

3.4. Motor Sürücü (ESC)

İHA’da kullanılacak motorun akımını destekleyecek güçte 10-80A 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. Set halinde alınan uçuş kontrolcülerinde 4in1 esc kullanılabilir(ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “30A esc opto”, “blheli esc”, “4in1 ESC”, “micro esc”)



Şekil 8. Örnek İHA Motor Sürücü Görüntüleri.

3.5. Uçuş Denetleyici

32 bit tabanlı işlemciye sahip hazır denetleyiciler (Pixracer, HGLR Zeus F722, Naze32, Mamba F405 mk2, X-Racer, SP3 vb. uyumlu) kullanılabileceği 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”, “Mamba f4 mk2”, “Rush Blade F722+60A Stack”, “HGLR zeus F7”, “SP F4”)

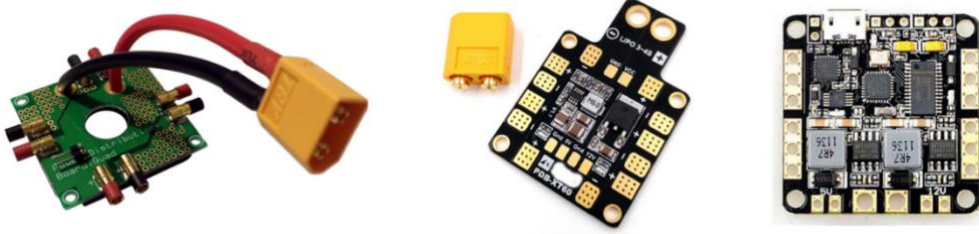


Şekil 9. Örnek Uçuş Denetleyici Görüntüleri.

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. 4in1 ESC kullanan İHA'larda kullanılmasına gerek yoktur, uçuş kontrolcünün üzerinde dahili regülatörler mevcuttur.

(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 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. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler (“Boxer Radio Controller”, “taranis rc control”, “Pocket ELRS”, “T-Pro Rc Controller”))



Şekil 11. Çeşitli Markalara Ait Örnek Kumanda Görüntüleri.

3.8. Pilotaj Kamera, Ekran ve Gözlük Takımı (FPV)

Hava aracını uçururken pilotun, sanki aracın üzerindeymiş gibi algılamasını sağlayan görüntü ve aktarım sistemine pilotaj kamera takımı (first person view - FPV) denir. Hava aracının yönlendirilmesini kolaylaştıran bir donanımdır. FPV takımı temel olarak bir kamera, verici

(VTX), alıcı (VRX), anten takımı ve bir görüntüleme cihazından (LCD ekran veya gözlük - goggle) oluşur. Takımda yer alan her bir cihaz ayrı ayrı alınıp birlikte kullanılabilmesi gibi günümüzde kamera ile vericinin, alıcı ile ekran veya gözlüğün birleşik olduğu modeller de vardır. Özellikle alıcılı ekran veya gözlük seçilirken, araç üzerindeki vericiden yayınlanan görüntüyü net olarak alabilmek için iki ayrı alıcıya (diversity) sahip olan modeller tercih edilmelidir. Bu modellerde bulunan özel bir elektronik devre, alıcılardan görüntüsü en net olanı ekrana (gözlüğe) aktarır. Kamera seçimi yapılırken de görüntü algılayıcısı (image sensor) kaliteli, görüntü çözünürlüğü ve en az aydınlatma (illumination) değeri düşük, mümkünse üzerinde vericisi olan ve SD karta da eş zamanlı kayıt yapabilen (DVR özelliği) modeller tavsiye edilir.

FPV takımlarında görüntü aktarımında genellikle analog yayın teknolojisi kullanılır. Her ne kadar analog yayınlarda görüntü kalitesi düşük ve kolay parazit alabilme gibi olumsuzluklar olsa da aracın üzerindeki görüntünün pilota aktarımındaki gecikme neredeyse yok gibidir. Bu durum pilotun aracın hareketlerine karşı daha hızlı tepki verebilmesini sağladığı için FPV dünyasında analog modeller hala yaygındır. Analog yayınlar genel olarak 5.8 GHz bandında olmakla birlikte, aynı yerde yarışan pilotların görüntülerinin birbirleri ile karışmasını önleyebilmek için yarış bant aralığı (kanallar) tanımlanmıştır. Buna göre FPV takımları satın alırken 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.

Günümüzde çok düşük gecikmelere sahip (10 ms) dijital FPV takımları da üretilmeye başlanmıştır. Bunlar analogtan farklı olarak oldukça net görüntü sunmakta olup, bazı modellerde hem görüntü hem de kumanda sinyali aktarımı birlikte yapılabilmektedir. Yine bazı dijital gözlüklere analog modül bağlanarak analog VTX yayınları alınabilmektedir. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “fpv lcd”, “fpv goggle”, “diversity lcd”, “diversity goggle”, “fpv camera”).

HDZero Event VRX, FPV drone yarışlarında kullanılan, yüksek çözünürlüklü dijital video alımı sağlayan bir video alıcısıdır. Bu cihaz, HDZero video vericilerinden gelen sinyalleri alarak, FPV gözlükler veya ekranlar aracılığıyla net ve detaylı görüntü sunar. HDZero sistemi, dijital parazit azaltma ve sabit sinyal kalitesiyle düşük gecikmeli ve kararlı bir görüntü aktarımı sağlar.

Bu özellikleri sayesinde HDZero Event VRX, yarışlarda pilotların ve izleyicilerin akıcı ve kesintisiz bir görüntü deneyimi yaşamasına olanak tanır. Aynı zamanda, hem canlı yayın hem de DVR (kayıt) sistemleriyle uyumlu çalışır, bu da organizatörler için büyük kolaylık sağlar. Sistem, HD görüntüleme avantajı nedeniyle modern FPV yarışlarında giderek daha fazla tercih edilmektedir.



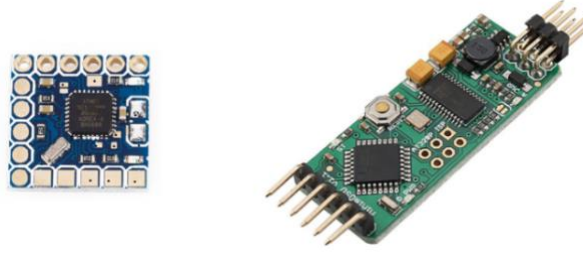
Şekil 12. Örnek Pilotaj Kamera Görüntüleri.



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. Uçuş kontrollerine bağlantı yapılarak kullanılan çoğu VTX kendi içerisinde osd bulundurmaktadır, bu gibi kontrolcülerini kullanan cihazlar için harici olarak alınmasına gerek yoktur. Zorunlu değildir. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “mini osd”, “minim osd”)



Şekil 14. Örnek OSD Modülleri Görüntüleri.

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, 4-7 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", "5147-3 prop", "6045 prop", "5045 3 blade")



Şekil 15. Örnek Pervane Görüntüleri.

3.11. Batarya

İHA dünyasında genellikle Lityum Polimer (LiPo) bataryalar tercih edilir. Bu bataryaların en büyük özelliği kararsız kimyasal yapıları nedeniyle çok yüksek anlık akım verebilmeleridir. LiPo bataryalar, LiPo hücrelerin seri bağlanması yoluyla üretilmekte olup, gerilim ihtiyacına göre sari bağlı hücre sayısı değişiklik gösterir. Her bir LiPo hücresinin sağlıklı çalışma gerilim



aralığı 3,5V (boş) ve 4,2V (dolu) şeklindedir. Hücrelerin gerilim seviyeleri bu değer aralığının dışına çıktığında hücreler zarar görür ve deşarj karakteristiği bozulur. Ayrıca uzun süre kullanılmayacak hücreler saklama gerilimi olan 3,85V seviyesine getirilmelidir. Bazı şarj cihazlarında bulunan STORAGE (depolama) modunun görevi budur. (Alınan bataryalar genellikle bir sonraki seneki yarışlarda da kullanılacağı için, yarışlar bittikten sonra pil hücrelerinin saklama geriliminde tutulması önemlidir.)

Batarya bünyesinde birbirlerine seri olarak bağlı olan hücre sayısını belirtmek için “S” harfi kullanılır. S değeri aynı zamanda bataryanın gerilimini ifade etmektedir. Örneğin bir batarya üzerinde 3S yazıyorsa, bu batarya bünyesinde birbirine seri bağlı 3 hücre var anlamına gelir. Bu durumda 3S bir bataryanın gerilimi 10,5V’a düştüğü zaman boş, 12,6V olduğu zaman ise dolu demektir.

Her bir hücrenin depolayabileceği akım kapasitesi mAh olarak ifade edilir. Örneğin bir batarya üzerinde 2200 mAh yazıyorsa, bu bataryadan sürekli 2200 mA akım çekilirse bataryanın 1 saatte biteceği anlamına gelir. Farklı bir hespla aynı bataryadan sürekli 44 A akım çekilirse ters orantılı bir şekilde batarya 3 dakika içerisinde bitecektir.

Bataryaların uzun ömürlü olabilmesi için maksimum şarj akımı, kapasite değerinden fazla olmamalıdır. Bataryanın şarj akımını temsil etmek için “C” harfi kullanılır. Bu durumda her batarya maksimum 1C ile şarj edilir. Örneğin 3000 mAh kapasiteli bir bataryanın şarj akımı 3 A’i geçmemelidir ve bu batarya için 1C ifadesi 3 A’i temsil eder. 1500 mAh kapasiteli başka bir batarya için 1C değeri ise 1,5 A’dır.

LiPo bataryaları tanımlayan bir diğer parametre de bataryanın verebildiği maksimum akım (deşarj akımı) değeridir. Bu değer de batarya etiketinde şarj akımının katları olacak şekilde yazılıdır. Örneğin üzerinde 1500 mAh 120C yazan bir bataryanın maksimum anlık deşarj akımı $1.500 \text{ mA} \times 120 = 180.000 \text{ mA} = 180 \text{ A}$ ’dır. Tabi batarya kullanılırken şarjı da azalacağı için anlık şarj akımı da zamanla düşecektir.

Yarış İHA’ları fiziksel olarak küçük boyutlarda olduğu için ve İHA’yı mümkün olduğu kadar hafif yapabilmek için batarya kapasiteleri düşüktür. Fakat batarya gerilim (S) ve deşarj akım (C) parametreleri yüksektir. Örneğin yarış İHA bataryaları 1000-2000 mAh kapasite, 3-6S gerilim ve 60-120C deşarj akımı özelliklerine sahip olabilir.

LiPo bataryalar şarj edilirken, bataryanın bünyesindeki seri bağlı her bir hücrenin eşit oranda şarj olması istenir. Bir hücrenin doluluk oranı ise hücre gerilimi ile ölçülür. Aynı kapasite değerine sahip iki hücre aynı oranda dolu ise gerilimleri de aynı olur. Bu nedenle LiPo şarj aletleri şarj sırasında bataryadan şarj akımını geçirdikten sonra, her bir hücrenin gerilimini ölçerek hücrelerin şarj oranı tespit eder. Eğer hücrelerden biri diğerlerinden daha fazla şarj olmuşsa, gerilimi diğerleri ile aynı seviyeye inene kadar hücreyi deşarj eder. Bu işleme dengeleme (balance) denir ve pazarda bu özelliğe sahip şarj aletlerine genellikle “balance charger” adı verilir. Bu nedenle her LiPo batarya bünyesinde bir şarj-deşarj kablosu ile şarj işlemi sırasında hücreleri dengelemede kullanılan dengeleme (balance) kablosu bulunur. Şarj-deşarj kablosu + ve – olmak üzere iki kalın kablodan oluşmakla birlikte, dengeleme kablosu pilin S değerinin bir fazlası kadar ince kablodan oluşur. Örneğin 3S bir pilin dengeleme kablosu 3 + 1 = 4 kablodan oluşur.

Son olarak LiPo pil satın alınırken dikkat edilecek diğer bir husus ise pilin İHA'ya bağlandığı soket tipidir. Yarış dünyasında kullanılan piller çoğunlukla “T plug” veya “XT60” tipi soketlere sahiptir. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler “120C drone battery”, “1500 mAh 90C lipo”, “1300 mAh 4S 120C lipo”)



Şekil 16. Örnek LiPo Batarya Görüntüleri.

3.12. Batarya Alarmı (Lipo Alarm) ve İHA Bulucu (finder)

Bataryanın dengeleme ucuna takılan, batarya hücre gerilimi gösterecek ve uçuş sırasında hücre gerilimi sınır değerinin altına düştüğünde sesle uyarı veren ufak elektronik modüldür. Sınır değeri kullanıcı tarafından ayarlanabilir. Genellikle batarya bitmeden İHA'yı güvenli bir yere indirebilmek veya uzaktaysa pilotun yanına getirebilmek için sınır değeri 3,7V gibi alt sınır değeri olan 3,5V'un üzerinde seçilir.

Kaza geçirerek düşmüş olan bir İHA'yı bulabilmek için kumandadan belirli bir süre sinyal gelmediğinde aktif hale gelen, kendi harici bataryasına sahip olabilen küçük elektronik modüller de kullanılmaktadır. Bu modüller aktif hale geldiğinde yüksek desibelli ses çıkartarak

kaza/kırım vb geçirmiş İHA'nın arazide bulunabilmesini sağlar. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler "lipo alarm", "finder buzzer", "battery alarm")



Şekil 17. Örnek Batarya Alarm ve Finder 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 18. Örnek LiPo Batarya Güvenli Taşıma Çantası Görüntüsü.

3.14. Mekanik Montaj

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

3.15. 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. Şekil 19'da düşme sebebiyle yarışma alanında alev alan bir İHA'ya yangın tüpü ile müdahale görülmektedir. 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.



Şekil 19. Önceki Senelerde Yarışma Alanında Düştüğü İçin Yanmaya Başlayan Mini İHA'ya Hakemlerin Müdahale Görüntüsü.

3.16. Elektrik-Elektronik Sıvı Koruma

Olumsuz hava şartlarına karşı İHA'ların dirençli olmaları gerekmektedir. Yağmur, kar vb. sıvı teması riski olan havalarda uçuş yapabilmek için cihazların elektroniklerinin kaplanması önem arz etmektedir, elbette ki kaplama zorunlu olmayıp, kaplama olmadan da uçuşlar gerçekleştirilebilir fakat bu bir risktir. Elektroniklerin suya karşı koyabilmeleri için üzerleri su geçirmez solüsyonlar ile kaplanmalıdır, bu solüsyonlar bir fırça ya da çubuk yardımı ile açıkta olan bütün elektronik yüzeye sürülerek bir katman oluşturulur daha sonra türüne göre bekleyerek ya da UV ışın ile kurutulur. Burada dikkat etmeniz gerekenler barometre ve butonlara solüsyon sürülmemesi ayrıca konektörlerden de iç kısımlarından kaçınılmasıdır. Açık PCB uçuş kontrol kartı ve ESC kullanan takımların buna dikkat etmeleri gerekir. Birçok platformda detaylı uygulama bilgileri ve videoları bulabilirsiniz. (ipucu: İnternet arama motorlarında anahtar kelimeler "FPV Waterproof Silicone Coating", "OscarLiang-Waterproofing FPV Drone Electronics", "Silicone Conformal Coating")



Şekil 20. Örnek Elektronik Sıvı Koruma Ürünleri.

4. YARIŞMA ALANI

1. Yarışma yerine dair çekilen örnek görüntüler Şekil 21, Şekil 22, Şekil 23 ve Şekil 24'deki gibidir: [Google Earth bağlantısı](#)



Şekil 21. Yarışma Alanından Görüntüler #1.



Şekil 22. Yarışma Alanından Görüntüler #2.



Şekil 23. Yarışma Alanından Görüntüler #3.



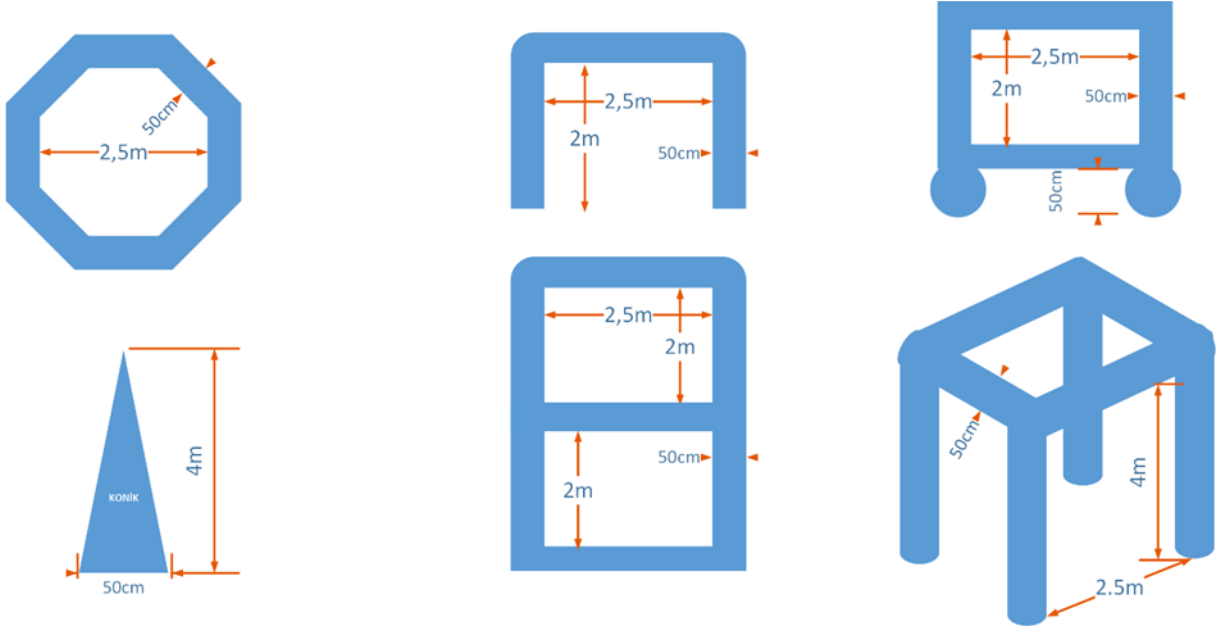
Şekil 24. Yarışma Alanından Görüntüler #4.

2. Yarışma ortamı ve yerleşim planı aşağıdaki gibidir:

Detaylı yerleşim planı, saha incelemesi sonrası web sayfamızdan duyuru olarak yayınlanacaktır. Duyuruları takip ediniz.

Şekil 25. Yarışma Alanı Genel Yerleşim Planı.

- Şekil 25'te verilen genel yerleşim planında belirtilen yarışmacı çadırı (veya alanında), yarışmacılar Mini İHA'ları üzerindeki son değişiklik, ekleme, kontrol ve düzenlemeleri yapabileceklerdir. Ayrıca, aynı alanda bataryalarını şarj edebilmek için 220VAC priz imkanı olacaktır. Yarışmacılar, isterlerse sıraya girmek kaydıyla, yine yerleşim planında görülen antrenman sahasını uçuş testlerini yapmak için kullanabileceklerdir. Hakem çadırları (veya alanı) içerisinde teknik kontroller gerçekleştirilecektir. Güvenlik amacıyla seyirci, yarışmacı ve hakem alanlarının önü file ile çevrilecektir.
- Yarışma alanına göre hava ile şişirilen tipte ve/veya neon led ışıklardan olacak olup; engellerin yerleşimi ve parkur yarışlar öncesi ilan edilecektir. Şekil 26'da hava ile şişirilen engellerin ölçüleri, Şekil 27 - Şekil 30'da hava ile şişirilen engellerin görüntüleri, Şekil 31'de Erzurum'daki yarışmada kullanılan tünelin temsili resmi ve Şekil 32'de ise tünelin teknik resmi görülmektedir. Ayrıca yarışma alanında Şekil 33'de temsili resmi görülen yelken bayrak şeklinde engeller de bulunabilecektir.



Şekil 26. Hava ile şişirilen engellerin ölçüleri.



Şekil 27. Şişme engel görüntüsü #1.



Şekil 28. Şişme engel görüntüsü #2.



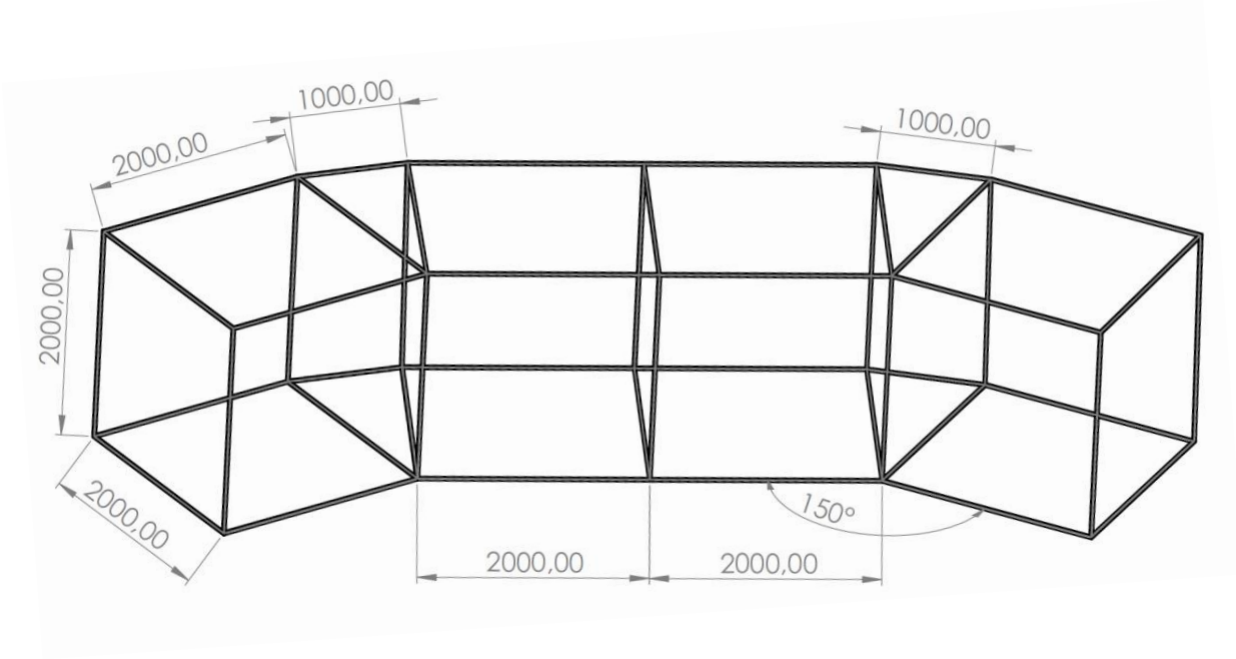
Şekil 29. Şişme engel görüntüsü #3.



Şekil 30. Şişme engel görüntüsü #4.



Şekil 31. Temsili tünel görüntüsü.



Şekil 32. Tünel teknik çizimleri ve ölçüleri.



Şekil 33. Yelken bayrak biçiminde temsili engel görüntüsü

5. 14. Uluslararası MEB Robot Yarışması kapsamında 2022 yılında Şanlıurfa ilinde gerçekleştirilen ve açık havada yapılan Mini İHA yarışmasına ait örnek görüntülere ulaşmak için [tıklayınız](#).
6. 15. Uluslararası MEB Robot Yarışması kapsamında 2023 yılında Bursa ilinde gerçekleştirilen yarışlarındaki kapalı alan engelleri içeren yarışma alanı görüntüsü Şekil 34'te verilmiştir.



Şekil 34. 2023 Bursa yarışlarındaki kapalı alan engelleri içeren yarışma alanı görüntüsü.

7. 15. Uluslararası MEB Robot Yarışması kapsamında 2023 yılında Bursa ilinde gerçekleştirilen ve kapalı spor salonunda yapılan Mini İHA yarışmasına ait örnek görüntülere ulaşmak için [tıklayınız](#).
8. Yarışmadan önce [UNCRASHED FPV Drone Simulator](#) ortamında hazırlanmış olan yarışma parkuru yarışmacılarla paylaşılacaktır. Yarışmacılar drone simulator yazılımını kendileri temin edebilecekleri gibi; yarışma alanında imkân dahilince olması halinde kurulacak olan simulator üzerinde de parkura yönelik hazırlık yapabileceklerdir.



5. YARIŞMA KURALLARI

Yarışma başvuruları ve genel kurallar için lütfen <https://robot.meb.gov.tr/> sitesinde yayınlanan uygulama kılavuzunu ve güncellemeleri takip ediniz. Yarış komitesi gerektiğinde yarışma kurallarını, teknik ve uygulama gereklerine göre değiştirebilir. En güncel kurallar yarışma web sitesinde yayınlanacaktır. (Kapak sayfasında yer alan versiyon numarasını kontrol ediniz.)

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 az iki öğrenci bulunabilir.
5. Her takım yarışmak için toplam 4 adete kadar Mini İHA getirebilir. Getirdiği tüm Mini İHA’ları ayrı ayrı kaydettirerek karekod etiketi alması gerekmektedir.
6. Bir pilot yalnızca bir takım için yarışabilir. Aynı pilotun birden fazla takım ile yarışması durumunda pilotluk yaptığı tüm takımlar diskalifiye olur.
7. Pilot, yarış sırasında Mini İHA’sını kendi FPV gözlüğü veya LCD ekranıyla izleyerek kontrol edecektir. FPV görüntü aktarma sistemi olmayan Mini İHA’lar yarıştırmayacaktır. Yarışma komitesi tarafından kamera/gözlük/ekran temini yapılmayacaktır.
8. Gözlemci, hakem talimatıyla birlikte Mini İHA’yı başlangıç noktasına yerleştirme, yarışma alanından alma, yarışma sırasında pilotun yanı başında durarak Mini İHA’yı gözle takip etme ve pilota gerektiğinde sesle komut vererek (co-pilot) her türlü destek olma görevlerini yürütecektir.
9. Yarışma Şekil 35’te görüldüğü gibi üç aşamada ve toplam 5 etap olacak şekilde düzenlenecektir. İlk aşamada sıralama turları yapılacaktır. İkinci aşamada ise eleme turu, çeyrek final, yarı final ve üçüncü aşamada final etabı gerçekleştirilecektir.

1. AŞAMA

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 birden fazla takım halinde parkurda tur atar.
- Takımların 4 dk. içinde tamamladıkları en hızlı turun süresi «1. Etap Tur Zamanı» olarak kabul edilir.
- 1. Etap süresince her takımın en fazla 2 kere sıralama turuna katılma hakkı vardır.

2. AŞAMA

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 yarışarak 3 tur atar.
- 3 turun toplam süresi «2. Etap Tur Zamanı» olarak kabul edilir.
- Toplam $32/4=8$ grup oluşturulur.
- Her bir grupta yarışacak takımlar seri-başı kurası 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 yarışarak 3 tur atar.
- 3 turun toplam süresi «3. Etap Tur Zamanı» olarak kabul edilir.
- Toplam $16/4=4$ grup oluşturulur.
- Her bir grupta yarışacak takımlar seri-başı kurası ile belirlenir.
- Grup içindeki takımların yarışa başlangıç konumları, 2. Etap turlarında elde ettikleri dereceye göre belirlenir.

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 yarışarak 3 tur atar.
- 3 turun toplam süresi «4. Etap Tur Zamanı» olarak kabul edilir.
- Toplam $8/4=2$ grup oluşturulur.
- Her bir grupta yarışacak takımlar seri-başı kurası ile belirlenir.
- Grup içindeki takımların yarışa başlangıç konumları, 3. Etap turlarında elde ettikleri dereceye göre belirlenir.

3. AŞAMA

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'lü grup halinde yarışarak 3 tur atar.
- 3 turun toplam süresi hesaplanır.
- Aynı takım 2 kez birinci olana kadar final yarışları tekrarlanır. (en fazla 5 yarış)
- 2 kez birinci olan takım yarışmanın birincisi olarak kabul edilir.
- İkinci, üçüncü ve dördüncü olan takımlar; takımların final yarışlarındaki toplam sürelerine göre belirlenir.
- Süre eşitliği olması durumunda eşitliği bozma yarışı yapılır.
- Grup içindeki takımların yarışa başlangıç konumları, «4. Etap Tur Zamanı» na göre belirlenir.

Şekil 35. Yarışma planı.



10. Her takımın sıralama turlarına katılabilmek için en çok iki deneme hakkı vardır. (Katılımcı sayısına göre sıralama turu deneme hakkı sayısı yarış komitesi tarafından değiştirilebilir.)
11. Takımların tamamlamış oldukları sıralama turları içerisinde aldıkları en iyi derece (parkuru en kısa süre tamamlamaya bağlı) takımın sıralama turu derecesi olarak kabul edilecektir.
12. Sıralama turlarının bittiği ilan edilene kadar tüm haklarını tamamlayamayan takımlar, kalan haklarını kullanamayacaktır.
13. Takımların sıralama turlarına katılma sırası, yarışma öncesi düzenlenecek kura ile belirlenecektir. Bu takımların görüntü yayın kanalı ve yarışma saatleri bildirilecektir. Anons ile ilan edilip çağrıldığı halde teknik kontrol çadırına gelmeyen yarışmacılar sıralama turlarındaki ilk haklarını kaybetmiş sayılacaktır.
14. İkinci aşama eleme yarışlarında, gruplarında en iyi dereceyi alan iki takım çeyrek final yarışlarına katılmaya hak kazanacaktır.
15. Çeyrek final yarışlarında, gruplarında en iyi dereceyi alan iki takım yarı final yarışlarına katılmaya hak kazanacaktır.
16. Yarı final yarışlarında, gruplarında en iyi dereceyi alan iki takım final yarışlarına katılmaya hak kazanacaktır.
17. Final yarışında, yarı finalde en iyi dereceyi almış olan dört takım birlikte yarışacaktır.
18. Tüm yarışların başlangıcında, yarışmacıların görüntü aktarma sistemlerinin doğru kanalda ve doğru güçte çalışıp çalışmadığı hakemler tarafından kontrol edilecektir. Sonrasında Mini İHA'nın ilk çalıştırma (ARM) kontrolü yapılarak uzaktan kumandaların çalışıp çalışmadığı kontrol edilecektir. Görüntü aktarım sisteminde veya ARM kontrolünde sorun yaşayan takımlara sorunlarını düzeltmeleri için yarış başlayana kadar süre verilecektir. Bu sürenin sonunda, teknik sorunu devam eden takımlar ilk haklarını kullanmış sayılacaklardır. İkinci aşamadaki tüm yarışlarda verilen teknik mola içinde sorununu gideremeyen takımlar, yarışmadan elenerek kalan takımlar yarıştırlacaktır.

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

Teknik olarak LAP Timer Mini İHA'ların üzerlerindeki görüntü vericilerin sinyallerini kullanarak zamanlayıcıyı başlatmaktadır. Bazı durumlarda LAP Timer Mini İHA'ların ilk geçişlerini algılamamaktadır. Bu gibi durumlarda zamanlayıcı da başlamadığı için yarışın yeniden başlatılması gerekmektedir. Teknik nedenlerle, elde olmadan oluşan bu aksaklığın giderilebilmesi için yarışmakta olan tüm İHA'ların ilk engelden geçişlerinin LAP Timer tarafından algılanışı hakemler tarafından kontrol edilecektir. Bir yarışmacının bile geçişinin algılanmaması durumunda hakem yarışı yeniden başlatacaktır.

20. Yarışan her takım için bir hakem görevli olacaktır. Hakem, önünde bulunan ekran üzerinden yarışmacıyı takip edecektir. Pilotun gözlüğünden/ekranından gördüğü görüntünün aynısı, hakemin ekranında da olacaktır. Bu görüntüler aynı zamanda DVR cihazıyla kayda alınacaktır. 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.

21. Her takım, kendi video vericisi (VTX) ve gözlüğü ile yarışacaktır. Takımların kullanacağı VTX modülleri standart 48 kanallı analog yarış bandını desteklemelidir. Yayın güçleri en fazla 25 mW olarak ayarlanmalıdır. Mini İHA üzerinden sadece tek bir analog VTX yayını yapılacaktır. Birden fazla VTX yayını yaptığı tespit edilen takımlar hakemler tarafından verilen kısa süre içinde, yayın yapan ikinci VTX modüllerini iptal edeceklerdir. Hakem kararına göre bu durumda takım yarışmadan elenebilir. Yayın gücü 25 mW altında olmasına rağmen video vericisi (VTX) kaynaklı olarak diğer takımların görüntüsüne "basan" (parazit) yaratan ve yarışmaya engel olan takımın, sorunu düzeltmediği takdirde, yarışmasına izin verilmez.

22. Yarışma öncesi her yarışmacıya hakemler tarafından bir yayın kanalı tahsis edilecektir. Yarışmacılar kendi VTX modülleri ve FPV gözlüklerini hakemlerin belirlediği kanala kendileri getirecektir. Yarışma öncesi son kontrollerde özel bir ölçüm cihazıyla Mini



İHA'nın birden çok VTX yayını yapıp yapmadığı, VTX yayın gücü ve kanalı ölçülecektir. Kurallara uygun hareket etmemiş yarışmacıların, Mini İHA'larını kurallara uygun hale getirmesi gerekmektedir. Aksi halde, hakem takdirine göre, takım yarışmadan elenecektir.

23. Mini İHA üzerinde kullanılan VTX'ler R bandındaki R1:5658 MHz, R2:5695 MHz, R7:5880 MHz, R8:5917 MHz kanallarını desteklemelidir. Yarıştan önce kendisine atanan kanal ve bandı ayarlamadan gelen takımlar yarıştırmayacaktır.
24. Önceki yıllarda kullanılan analog görüntü aktarım donanımlarıyla ve HD görüntü aktarım donanımlarıyla uyumlu çalışabilecek HDzero sistemi kullanacaktır.
25. Yarış başlamadan önce yapılacak son kontrollerde yarışan takımlardan herhangi birinin diğer takımların görüntü ve/veya kumanda sinyallerine karışması (basması) durumunda, sinyal karışmasına sebep olan takım uçuş hakkını kaybedecektir.
26. Yarış esnasında birbirleriyle çarpışarak, bir engele çarparak veya bireysel hata sonucu olarak yere düşen, görüntü aktarımı sistemi hasar gören Mini İHA'lar, eğer havalanabiliyorlarsa yarışa kaldıkları yerden devam edebileceklerdir. Yerde kaldıkları süre de yarış süresine dahil olacak ve takım için yarışma süresi durdurulmayacaktır. Her ne sebeple olursa olsun, havalanamayan Mini İHA'lar için yarış bitmiş sayılacaktır.
27. Hakemler tarafından güvensiz olduğu tespit edilen herhangi bir uygulama veya davranış, (seyircilere karşı tehlikeli şekilde kasten uçmak, uçuş için izin verilen alan dışında uçmak, bir başka kullanıcının aleyhine bir olumsuz durum oluşturacak centilmenlik dışı hareket etmek vb.) yarış dışı olma sebebidir.
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 yarış dışı olma sebebidir.
29. Centilmenliğe aykırı hareket ve tezahürat yapılması durumunda, eylemi gerçekleştiren şahsın veya şahısların okullarının tespiti mümkün ise, okulun bu kategorideki tüm takımlarına 20'er saniye süre cezası uygulanır.

30. Yarış sırasında parkurdaki engelleri atladığı, engelleri yanlış sıralama ile geçtiği hakemler tarafından tespit edilen takımlara, her bir hatası için 10 sn. süre cezası verilir. Bir etapta kazayla veya kasıtlı olarak atlanabilecek (ceza alınarak) engel sayısı en fazla 5 olup, 5'ten fazla engel atlanması yarışma dışı olma sebebidir. (Hakem kararına göre bazı engellerin ceza süresi diğerlerinden farklı olabilir.)

6. MİNİ İHA'LARIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

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

NOT: Yerden kalkış esnasında Mini İHA'nın arm problemi yaşamaması için, yarışmacı takımların uçuş kontrol yazılımlarındaki (örneğin Betaflight) minimum arm açısı parametresini 60 derece veya üzeri bir değere ayarlamaları tavsiye edilir.

1. Yarışa katılabilecek Mini İHA'nın çapraz motor merkezleri arası mesafe 180-270 mm arası olmalıdır. Mini İHA, pervane hariç 240 mm x 240 mm kare içerisine tam olarak sığabilmelidir. Yarışma öncesi yapılacak teknik kontrolde İHA'nın kare kutuya sığıp sığmadığı incelenecektir. Şekil 36'da kare çerçeve içine sığmış örnek bir Mini İHA resmi görülmektedir.



Şekil 36. Kare çerçeve içine sığan örnek Mini İHA görüntüsü (12/05/2018, SİVAS).

2. Mini İHA'nın ağırlığı, batarya ve diğer tüm donanımlar dahil, 400 ile 1000 gr arası olmalıdır. Yarışma öncesi yapılacak teknik kontrollerde Mini İHA tartılacaktır.
3. Çeşitli sebeplerle teknik kontrolleri geçemeyen takımlar yarış başlangıcına kadar teknik sıkıntılarını gideremediği takdirde o yarış haklarını kaybederler.
4. Mini İHA'larda kullanılacak pervane çapı en az 4 inç, en fazla 6 inç olmalıdır.
5. Mini İHA üzerinde analog yarış bandında yayın yapabilen ve 25 mW yayın gücünü destekleyen tek bir VTX modülü bulunacaktır. Takımlar kendi VTX modüllerini, FPV gözlüklerini veya LCD ekranlarını kendileri temin edecektir.
6. FPV yapan diğer pilotlar ve izleyiciler tarafından görülebilmesi için Mini İHA üzerinde dikkat çekici LED ile aydınlatmalar bulunacaktır. Kullanılacak LED sayısı, rengi ve deseni istenildiği gibi seçilebilir. Fakat aydınlatmanın loş ortamda Mini İHA'nın fark edilmesini sağlayacak adet ve nitelikte olması gerekmektedir. Üzerinde dikkat çekici LED bulunan örnek bir Mini İHA Şekil 37'de görüldüğü gibidir.



Şekil 37. Üzerinde dikkat çekici LED bulunan örnek Mini İHA görüntüleri.

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



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
10. Takımların LiPo bataryalarının yanmaz batarya torbası (LiPo safe bag) içinde muhafaza edilip edilmediği kontrol edilecektir. Yanmaz batarya torbası bulunmayan takımların kaydı yapılmayacaktır.
11. Mini İHA'lar otonom uçmayacaktır.
12. Yarışma açık alanda yapılması ve olumsuz hava şartlarından dolayı meydana gelebilecek yağmur, kar vb. durumlar yarışmanın yapılmasına engel olmayıp yarışmacıların bu gibi durumlara uygun ekipman ve cihaz kullanmaları gerekir.

7. VIDEO YÜKLEME ve ÜRETİM RAPORU KURALLARI:

Her takım, yarışma sitesinden indireceği Word dosyası biçimindeki teknik rapor şablonunu doldurarak, yarışma web sitesinin ilgili bölümüne belirtilen tarihe kadar yükleyecektir. Teknik raporlar basılı veya USB bellek aracılığıyla elden kabul edilmeyecektir.

Yarışmaya başvuracak tüm takımlar, mini İHA'larıyla ilgili bir video çekmek ve online video platformlarından birine yüklemek zorundadır. Bu video, mini İHA'nın tasarımı, teknik özellikleri, üretim aşamaları ve pilotun uçuş kabiliyetlerini sergileyen bir içerik olmalıdır. Video bağlantısı (linki), üretim raporunda ilgili alana da eklenmelidir. Raporu ve videosu zamanında yüklenmemiş veya uygun hazırlanmamış takımlar yarışmaya katılamayacaktır. Aşağıdaki kurallara dikkat edilerek video hazırlanmalı ve yüklenmelidir:

7.1. Video Yükleme Platformu:

- Video, **YouTube, Vimeo** gibi online video platformlarından birine yüklenmelidir.
- Video platformu seçimi serbesttir, ancak video **parola korumalı olmamalıdır**.
- Videonun **herkese açık** olması zorunlu değildir; sadece bağlantının erişilebilir olması yeterlidir.

7.2. Video İçeriği:

- **Başlangıç:** Videonun ilk **5 saniyesinde**, mini İHA'nın ismi ve başvuru yapan okulun ismi ya da logosu **açıkça okunur şekilde** yer almalıdır.

- Bu bilgiler, videonun başında belirgin bir şekilde görünmelidir.
- Takım üyelerinin kısa bir tanıtımı ve fotoğrafı, videoda yer alabilir.
- **İHA'nın Teknik Özellikleri:** Mini İHA'nın **teknik özellikleri** (örneğin motor tipi, batarya kapasitesi, ağırlık, boyut gibi) videoda anlatılmalı ve görsel olarak gösterilmelidir.
- **Üretim Aşamaları:** Mini İHA'nın **tasarım ve üretim sürecine ait fotoğraflar veya varsa video çekimleri** videoya eklenmelidir. İHA'nın tasarım aşamaları adım adım, görsel olarak sunulmalıdır.
- **Pilotun Uçuş Kabiliyeti:** Video, pilotun **FPV gözlüklü ve FPV gözlüksüz** uçuş kabiliyetini sergileyen test uçuşu görüntüleriyle devam etmelidir. Her iki uçuş tipi ayrı ayrı gösterilmeli ve her uçuşun başlangıç ve bitiş anları net şekilde belirtilmelidir.

7.3. Teknik Gereksinimler:

- **Video Kalitesi:** Video **en az 720p** çözünürlükte olmalıdır. Düşük çözünürlükte video yüklenmesi kabul edilmez.
- **Oynatma Hızı:** Videoda **hızlandırma ya da yavaşlatma** yapılmamalıdır. Tüm uçuşlar ve süreçler **doğal hızında** kaydedilmelidir.
- **Video Süresi:** Videonun süresi konusunda bir sınırlama olmamakla birlikte, tüm gerekli bilgilerin net bir şekilde aktarıldığı ve izleyiciyi sıkmayacak şekilde bir süre tercih edilmelidir.

7.4. Video Bağlantı ve Üretim Raporu:

- Video linki, **üretim raporunda ilgili alana** yazılmalıdır.
- Raporun içine yerleştirilen video linkinin doğru ve çalışır olduğundan emin olunmalıdır.

7.5. Örnek Video:

- Daha sonra yapılacak duyurularda **örnek video bağlantısı** verilecektir. Bunun için yarışma sitesini ve duyuruları takip ediniz. İçeriklerin eksiksiz bir şekilde hazırlanması sağlanmalıdır.

7.6. Video İçeriği ve Rapor Uyumu:

- Videoda yer alan içerik, **üretim raporunda belirtilen teknik özellikler ve uçuş testleriyle uyumlu olmalıdır**. Her iki belge de (video ve rapor) birbirini desteklemeli ve takımların hazırladığı İHA hakkında tutarlı bilgiler sunmalıdır.

8. GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

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

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 teknik kontrolü geçemeyecektir.
2. Mini İHA ile kumanda bağlantısı koptuğunda, araç motorları kapatılarak düşecektir (drop özelliği). Bu özelliğin olup olmadığı yarışma öncesinde hakemler tarafından kontrol edilecektir. Bu özelliği ayarlanmamış Mini İHA teknik kontrolü geçemeyecektir.
3. Mini İHA yarışma alanı sınırları veya görüş alanı dışına çıktığında, hakem talimat verdiğinde, pilot tarafından Mini İHA pasif hale getirilerek (disarm) düşürülecektir.
4. Mini 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 20 sn. süre cezası verilecektir.
5. Mini İHA üzerinde LiPo veya türevi bataryaların takıldığı fişler (plug) gerektiğinde hakem tarafından kolaylıkla çıkarılabilecek şekilde yerleştirilecektir. Böylelikle acil durumda bataryanın İHA'dan kolayca sökülebilmesi sağlanacaktır. Mini İHA'nın tasarımı ve montajında bu husus göz önüne alınmalıdır. Teknik kontrollerde bu durum hakemler tarafından incelenecektir.
6. Takımlara, Mini 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 30 sn süre cezası verilecektir. Gerektiğinde, hakemlerin takdiri doğrultusunda, İHA ve takımı yarışma dışı bırakılacaktır.

9. İLETİŞİM

Yarışmacılar sorularını; <https://robot.meb.gov.tr/> sistemine giriş yaptıktan sonra, bilgilendirme menüsünden, kategorilerini seçerek yapmaları gerekmektedir. Kategori mesajları dışında gelen tüm sorular cevapsız kalacaktır ve bu durumdan sadece yarışmacı takımına 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.