



T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

DIKEY İNİŞ KALKIŞ YAPABİLEN ÜÇ ROTORLU HAVA ARACI

Orhun DEMİRTAŞ

BİTİRME TEZİ

Dr. Öğr. Üy. Mehmet Kürşat YALÇIN

NİĞDE, 2018

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
BİTİRME TEZİ KABUL VE ONAY BELGESİ

Bölümümüz 140607018 numaralı öğrencisi Orhun DEMİRTAŞ'ın, “Dikey İniş Kalkış Yapabilen Üç Rotorlu Hava Aracı” başlıklı Bitirme Tezi çalışması aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Mekatronik Mühendisliği Bölümü’nde Bitirme Tezi olarak Oy Birliği/Oy Çokluğu ile kabul edilmiştir.

Danışman :Dr. Öğr. Üy. Mehmet Kürşat Yalçın
İmzası

Danışman : Dr. Öğr. Üy. İlyas Kacar
İmzası

Danışman : Öğr. Gör. Mehmet Ali Eroğlu
İmzası

Tezin savunulduğu Tarih:

Bitirme Tezi dersi kapsamında yapılan bu çalışma, ilgili jüriler tarafından değerlendirme sonucunda Mekatronik Mühendisliği Bölümü’nde Bitirme Tezi çalışması olarak kabul edilmiştir...../...../.....

İmza
Bölüm Başkanı
Dr. Öğr. Üy. İlyas KACAR

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
DOĞRULUK BEYANI

Bitirme tezi olarak sunduğum bu çalışmayı tüm akademik kurallara ve Niğde Üniversitesi Yayın Etiği Komisyonu Yönergesine uygun olarak gerçekleştirdiğimi ve sunduğumu; bu kurallar ve ilkelere aykırı hiç bir yol ve yardıma başvurmaksızın bizzat hazırladığım beyan ederim.

Tezimle ilgili yaptığımız beyana aykırı bir durum saptanırsa ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımızı bildiririm. / /

İmza
Orhun DEMİRTAŞ

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu projede benden hiçbir yardımını esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üy. Mehmet Kürşat Yalçın'a, tüm çalışmalarında gerek laboratuvar ortamında sağladıkları imkânlar, gerekse bilgi alma aşamasında yine bize destek olan Niğde Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü hocalarımıza bütün yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Eğitim hayatımız boyunca bana desteklerini esirgemeyen bölüm başkanımız Sayın Dr. Öğr. Üy. İlyas Kacar' a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Özellikle hayatımın her aşamasında her konuda bizim yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Orhun DEMİRTAŞ

ÖZET

İnsansız Hava Aracı (İHA), genel olarak bilinen ve kullanılan adı ile “drone” uzaktan kontrol edebilen ve belli bir uçuş planı üzerinde otomatik hareket edebilen uçaklardır. Hızla gelişen teknolojiye paralel olarak, kullanım sıklığı her geçen gün büyük bir oranla artmaktadır. Özellikle askeri amaçlar ve güvenlik güçleri tarafından kullanımı hayati önem taşımaktadır. Savunma alanında daha iyi istihbarat ve daha iyi arazi kontrolü yapabilmek adına birçok İHA modeli geliştirilmiştir. İHA 'lar arasında çalışma alanı diğer modellere göre daha geniş olan quadcopter'ler geleceğin İHA'ları olarak değerlendirilmektedir.

Tricopter'ler 3 rotora sahip ve 3 eksen (X, Y, Z) üzerinde 6 serbestlik derecesine sahip drone olarak tanımlanmaktadır. Kullanılan donanım ve aksesuarların gün geçtikçe artması tricopter üzerine yapılan akademik ve mühendislik uygulamalarını arttırmaktadır.

“İnsansız Hava Aracı Drone” adlı bu çalışmamızda en temel parçalardan en gelişmiş donanım ve yazılımların araştırılması ve geliştirilmesi hedef alınmıştır. Titreşimlerin minimuma indirildiği, dayanıklılığın artırıldığı, ağırlık ve denge açısından özgün bir model tasarlanıp geliştirilmiştir.

Kullanılan birçok farklı donanım ve aksesuar ile türkçe kaynakların artması ve yeni çalışmaların önünü açmak adına, stratejik bir güzergâh izlenmiştir. Uygulamalar kısmında tamamen yenilikçi bir yapıya sahip mühendislik bilgilerinin kullanılması gelecekteki birçok araştırma için kaynak niteliği taşıyacaktır.

Hedefim insanlığa faydalı, barışçıl niteliklere sahip, insanların can ve mal güvenliğini sağlayabilecek, keşif amaçlı, doğal afet durumlarında veya beşeri olaylarda kullanılabilecek, yetkililerin ve insanların bilinçlenebilmesi adına özgün ve faydalı bir model sunmak, geliştirmek ve literatüre kaynak oluşturmaktır.

İÇİNDEKİLER

DOĞRULUK BEYANI	iError! Bookmark not defined.
TEŞEKKÜR	Error! Bookmark not defined.
ÖZET	Error! Bookmark not defined.i
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ	Error! Bookmark not defined.iii
ÖNSÖZ.....	iError! Bookmark not defined.
BÖLÜM 1: GİRİŞ	iError! Bookmark not defined.
1.1 MULTİCOPTER SİSTEMLER	iError! Bookmark not defined.
1.2 TRICOPTER	iError! Bookmark not defined.
1.3 MULTİCOPTERLERİN GÜVENLİĞİ	iError! Bookmark not defined.
1.3.1 GÜVENLİK İÇİN GEREKLİLİKLER....	iError! Bookmark not defined.
1.4 KULLANIM ALANLARI	iError! Bookmark not defined.
1.5 TRİROTORUN TEMEL PARÇALARI	iError! Bookmark not defined.
1.5.1 ŞASE	iError! Bookmark not defined.
1.5.2 KONTROL KARTI.....	iError! Bookmark not defined.
1.5.3 MOTOR ve PERVANE	iError! Bookmark not defined.
1.5.4 MOTOR SÜRÜCÜSÜ (ESC)	iError! Bookmark not defined.
1.5.5 PERVANE	iError! Bookmark not defined.
1.5.6 KUMANDA ve RECEİVER.....	iError! Bookmark not defined.
BÖLÜM 2: LİTARATÜR TARAMASI.....	iError! Bookmark not defined.
BÖLÜM 3: TASARIM ve MONTAJ	iError! Bookmark not defined.
BÖLÜM 4: SONUÇ	iError! Bookmark not defined.

Şekillerin Listesi

Şekil 1 Tricopter.....	2
Şekil 2 Trirotor'un Çalışma Presibi	3
Şekil 3 Avustralya Devletinin Yayınladığı Uçuş Emniyeti Resmi	4
Şekil 4 Bir Tricopterin Gövdesi	7
Şekil 5 KK 2.1.5 Kontrol Kartı	8
Şekil 6 Motorlar ve Pervane.....	10
Şekil 7 Kumanda ve Kumanda Modları	12
Şekil 8 Üst Gövde Üst Görünümü.....	14
Şekil 9 Üst Gövde İzometrik Görünümü.....	15
Şekil 10 Üst Gövde Yandan Görünümü.....	15
Şekil 11 Alt Gövde Üst Görünümü	16
Şekil 12 Alt Gövde İzometrik Görünümü	16
Şekil 13 Kanat balantısı.....	17
Şekil 14 Motor bağlantısı	17
Şekil 15 Kırılan Parça yerine 3D Printerdan Üretilmiş Parça	18
Şekil 16 Servo Bağlantı Parçası	18
Şekil 17 Arka Kanat	19
Şekil 18 Tricopterin solidworks montajı	21

Tabloların Listesi

Tablo-1 Fiyat Listesi	23
-----------------------------	----

ÖNSÖZ

Hazırlanılan bu proje genel olarak insan ihtiyacını kapsayan bir projedir. İlk olarak ilgili alan ve çalışmanın amacından bahsedilmiş olup konunun önemi özetlenmiştir.

Daha sonra, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi tez yazım kuralları dikkate alınarak; giriş, literatür taraması, bütçe hesabı, tasarım ve analizlerinin yapılması gibi kısımlar detaylıca açıklanmıştır.

Bu bitirme projesi ile birlikte insansız hava araçları konusunda, hem yetkililerin hem de toplumumuzun dikkatini çekmek istiyor, çalışmalarımın benden sonraki çalışmalara ışık tutmasını umut ediyorum.

BÖLÜM 1:GİRİŞ

İnsansız hava aracı (İHA) hava akımı ve tahrik kuvvetlerinden yararlanarak uçabilen yerden kumanda edilen ya da otonom yani belli bir uçuş planı üzerinden otomatik hareket eden, uçuş için içerisinde bir pilota ihtiyaç duymayan hava aracı tipidir. İHA 'lara yerden kumandalı hava aracı manasına gelen “drone” da denilmektedir.

Günümüzde İHA kategorisi içerisinde dikey iniş-kalkış yapabilmesi, basit yapısı ve havada asılı kalmasından dolayı multicopter sistemleri rağbet görmektedir. Drone, İngilizcede UAV (unmanned aerial vehicle), türkçede ise İHA (insansız hava aracı) kısaltmaları yerine geçen bir sözcüktür. Herhangi bir markayı veya herhangi bir markaya ait bir ürünü temsil etmemektedir.

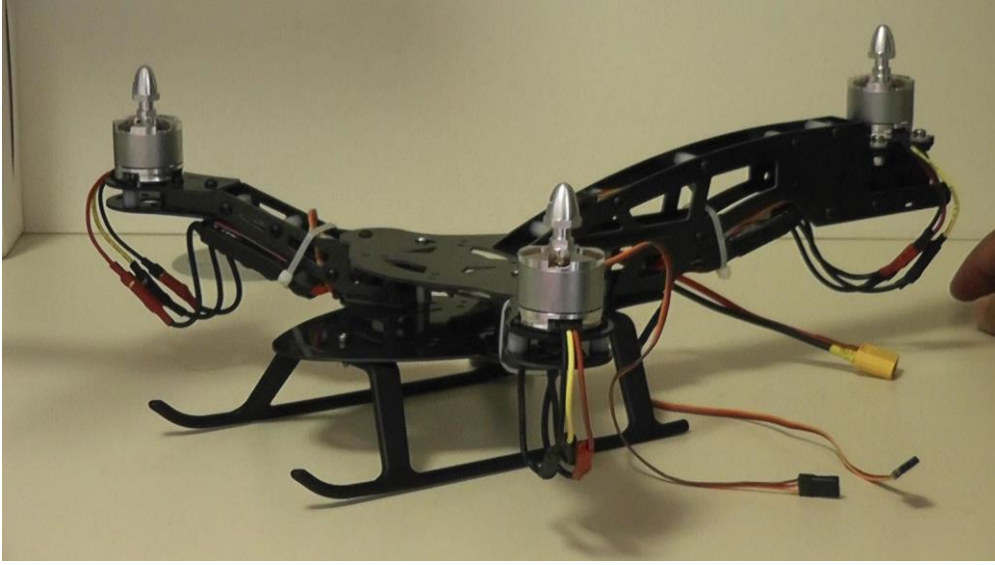
Drone, çağrışım olarak genellikle otonom uçuş yeteneğine sahip cihazları nitelese de bu bir zorunluluk değildir. RC (radio controlled veya remote controlled, uzaktan kumandalı) özellikli hava araçlarının tamamına drone denilebilir. Çeşitli şekil ve yapılarda; uçak, helikopter ve multicopter gibi farklı amaca hizmet eden drone'lar mevcuttur.

Multicopter sistemleri çok motorlu insansız hava araçları olarak tanımlanır. 3-4-6-8 motorlu üretilen multikopterler stabil uçuşlar ve özellikleri sayesinde izleme, arama kurtarma ve savunma alanında İHA 'lar arasında ilk sıralar da yerini almaya başlamıştır.

1.1 MULTİKOPTER SİSTEMLERİ

Tricopter, quadrocopter, hexacopter, octocopter gibi isimlerle anılan birden fazla motora sahip döner kanatlı hava araçlarına multicopter sistemleri denir.

Çok rotorlu dikine iniş kalkış yapabilen, 3 ekseninde hareket kabiliyetine sahip, motorlarına ait pervanelerle taşıma kuvveti oluşturarak uçuş işlemini gerçekleştiren, otonom ya da kumanda ile uçuş imkânına sahip insansız hava aracı tipleridir. Havada asılı kalma ya da uçuş işlemini döner kanatlarıyla yapmaktadırlar.



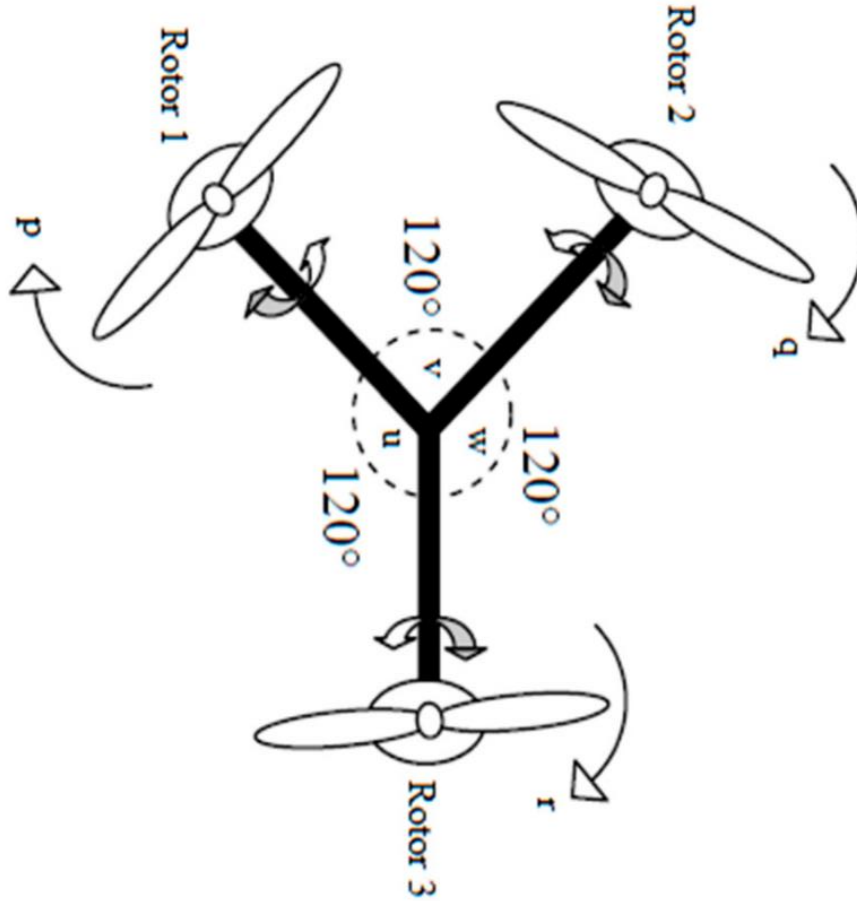
Şekil 1 Tricopter

1.2 TRIOTOR

Trirotor; trirotor helikopter veya tricopter olarak da adlandırılan üç rotorlu bir multicopter'dir.

Trirotor'ın hareket kontrolü, bir veya daha fazla rotor diskinin dönme hızı değiştirilerek elde edilir, böylece trirotor 'un tork yükü ve itme/kaldırma özellikleri değiştirilmiş olur.

Boyutlarının küçüklüğünden ve manevra kabiliyetlerinden dolayı bu trirotorlar hem açık hem de kapalı alanda kullanılabilmektedirler.



Şekil 2 Trirotor'un Çalışma Presibi

Trirotor'un manevra kabiliyetini kazandıran üç rotoru, yüksek güç tüketimine sebep olduğundan uzun süreli uçuş görevlerini yerine getirememektedir.

Tricopter'lerin boyut olarak benzer helikopterlere karşı bazı avantajları vardır. Üç motor kullandığı için motorların çapının küçük olmasından dolayı uçuş anında kinetik enerjisi daha azdır. Bundan dolayı olası bir çarpışma halinde motorların daha az hasar alması söz konusudur.

1.3 MULTICOPTERLERİN GÜVENLİĞİ

İnsan sağlığının güvenliği her zaman öncelikli ve göz önünde olmak zorundadır. Bu sebeple herhangi bir risk oluşturmamak ve kazaya sebebiyet vermemek açısından bu çalışmada bu bölüme yer verilmiştir. Bir canlının yanından drone uçurmak tehlikelidir. Drone'ların tüketiciler tarafından daha yaygın bir şekilde kullanılması ile beraber, ülkeler kendi kurallarını koysalar da, genel olarak geçerli olan bazı öneriler bulunmaktadır.

Öncelikle araçları gündüz ve aracın görülebilir (açık) alanlarda uçurulması önerilmektedir. Bunun yanı sıra binalardan, gemilerden, araçlardan ve insanlardan en az 30 metre uzaklıkta bulunulması da önemlidir. 120 metrenin üstüne çıkmak ve bir hava alanının 5,5 km çevresinde İHA kullanmak ise oldukça tehlikelidir. İHA ları doğru lisanslara sahip olmadan uçurmak genel olarak kanunlara aykırı bir durumdur.



Şekil 3 Avustralya Devletinin Yayınladığı Uçuş Emniyeti Resmi

1.3.1 Emniyet için Gereklilikler

- Pilot hatası, donanım veya yazılımdan dolayı arızalar meydana gelebilir.
- Eğer yere yakın uçuş gerçekleşiyor ise, insanlar risk altında olabilir.
- Kullanıcının, seyircilerin ve copter arasında korunmak için yeterli mesafe olduğundan emin olunması gerekir.
- “Güvenli Mesafe” tespiti yapılmalıdır.
- Seyirciler kullanıcının arkasında olmalıdır.
- Hiç kimse kullanıcı ile copter arasında olmamalıdır.
- Yüksek bölgeler ve hava ulaşımının yakın olduğu alanlar yüksek risk seviyesindedirler.
- En yakın havaalanını tanınmalı ve uçuş bölgeleri kontrol edilmelidir.
- Stabilize mod gibi manuel uçuşlar için alıştırmalar yapılmalıdır.
- Drone’un aşırı güçte çalışması önemlidir.
- Kullanıcı ilk uçuş deneyimlerinde copter’i çok zorlayacağından daha fazla gaz ve yönlendirmelerde bulunacaktır, pil gücünden emin olunmalıdır.
- İdeal copter’in yaklaşık %50 throttle (gaz kelebeği) da seyretmesi gerekir.
- Öğrenme aşamasında pahalı malzemeler ve keskin malzemelerden kaçınılmalıdır.
- Ucuz, daha esnek ve daha kırılğan plastik pervaneler kullanılması önerilir.
- Karbon fiber pervaneler dayanıklıdır fakat çarpma anında insanlara zararı artabilir.
- Kaza durumunda: Pervanelerin üstüne havlu benzeri örtücü koruma atılmalıdır. Hemen batarya çıkarılmalıdır. İlk yardım kiti, yangın tüpü gibi benzeri güvenlik ekipmanları hazır bulundurulmalıdır.
- Yasalara uygun belge ve dokümanlar drone’un uçuşundan önce tamamlanmalıdır.
- Ruhsat, ehliyet gibi copter’e ait belgelere sahip olunmalıdır.
- Pilin olası düşmelerinin önüne geçilmeli ve kontrol edilmelidir.
- Aksesuar ve parçaların açılmayacak askı ve çift taraflı bantlar ile sabitlenmelidir.
- Failsafe (Tedbir) ayarlarının doğru ve tam yapılmalıdır.
- Motor dönüş yönleri doğru olmalıdır.
- Kalibrasyon ve donanım ayarları eksiksiz ve doğru yapılmalıdır.
- Uçmaya hazır olunana kadar güç kablosu bağlı olmamalıdır.
- Uçuş öncesi kontrol kumandasının çalışır ve Receiver ’in aktif olduğundan emin olunmalıdır. İndikten sonra güç kablosunu çıkarılmalıdır.

- Pil bağlantısı kesildikten sonra verici kapatılmalıdır.
- Motor testinde her zaman pervaneler sökölü olmalıdır.
- Uzun uçuş sürelerine dayanabilecek piller tercih edilmelidir.
- Pillerin güvenli kapasitede olduğu kontrol edilmeli, alt sınırın geçmesi engellenmelidir.
- Uçuş bittikten sonra copter birkaç saniye içinde “Disarm” (pasif hal) getirilmelidir.

1.4 KULANIM ALANLARI

- Araştırma Platformu: Üniversite araştırmalarında, uçuş kontrol teorisi, navigasyon, gerçek zamanlı sistemler ve robot teknolojisi gibi birçok alanda araştırma, geliştirme için kullanılmaktadır.
- Asker ve Güvenlik Güçleri: İnsansız hava araçları asker ve güvenlik güçleri tarafından takip, keşif ve kentsel alandaki arama kurtarma çalışmaları, savunma sanayisi için silah teknolojisi olarak kullanılmaktadır.
- Ticari: Drone’ların en çok kullanıldığı alandır. On-board kameraları sayesinde kullanıcılar görüntüyü canlı olarak yere aktarabilir. Emlak fotoğraflamadan endüstriyel sistem denetimine kadar birçok sektör tarafından kullanılmaktadır.

1.5 TRİROTOR'UN TEMEL PARÇALARI

1.5.1 ŞASE

Şase, multicopter 'in iskeletidir, genellikle karbon fiber ve alüminyum malzemeler tercih edilerek üretilmektedir. Şase tercihinde dikkat edilmesi gereken konular, devre koruması mevcut olup olmaması, iniş takımının yerden yüksekliği ve yeri kavraması, kolların titreşim oluşturmayacak şekilde üretilmiş olması, eksenlerde eğrilik ve kayıklık olmaması, batarya sabitlenecek kısmın belirli ve bataryanın kaymayacağı şekilde sabit olmasıdır.



Şekil 4 Bir Tricopterin Gövdesi

1.5.2 KONTROL KARTI

Bu birim sistemin beynidir ve tüm dengede kalma, kumanda verisi okuma, batarya kontrolü gibi kritik işlemler bu birim sayesinde gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda sistem üzerindeki en kritik parçadır. Temel görevi denetim birimi ve algılayıcılardan gelen bilgiyi alma, işleme ve gerekli şekilde çıkışa aktarmaktır



Şekil 5 KK 2.1.5 Kontrol Kartı

Bu kartlar üzerinde jiroskop ve ivme ölçer sensörler bulunur. Bu sensörlerden aldığı bilgiye göre kart, motorların devirlerini değiştirerek istenilen yönde hareketi ve dengeyi sağlar. Helikopterlerin multikopterlerden en büyük farkı burada devreye girmektedir. Helikopterler, yatış manevraları ve kendi ekseninde dönme hareketini servo motorlar kullanarak tamamen mekanik bir prensiple yapmaktadır.

Multicopter'ler ise bu hareketleri farklı motorların devirlerini değiştirerek gerçekleştirebilir. Kumandadan gelen hareket yönüne karşılık olarak motorların devirlerini değiştirme işini tamamen kontrol kartı üstlenir.

Kontrol kartları, yine multicopterin kullanım amacına göre farklı özelliklerde ve farklı sensörlere sahip olabilmektedir. Bir kontrol kartının olmazsa olmazı jiroskop sensörüdür. Bunun yanında ivme ölçer barındıran kartlar otomatik denge yeteneğine de sahip olur. Barometre sensörü bulunduran kartlar kullanılırsa, drone'un sabit bir irtifada kalabilmesi sağlanır.

İleri seviye kartlarda GPS bulunur ve bu sayede drone, bilgisayarda harita üzerinde belirlenen rotaya bağlı olarak otonom uçuş gerçekleştirebilir, kumanda ile uçulduğunda menzil aşılma durumunda kalkış yaptığı yere geri dönebilir (return to home).

1.5.3 MOTOR ve PERVANE

Motor seçiminde motorun itiş gücü önemli bir faktördür. Seçilen motorun itiş gücüne karar verebilmek için bilmesi gereken en önemli husus, bitmiş haldeki multicopterin, uçuş sırasındaki toplam ağırlığının ne olacağıdır. Gövde, pervaneler, piller, kartlar, ESC 'ler, kablolar, motorlar, eğer varsa FPV donanımları dâhil uçuş sırasındaki toplam ağırlık, AUW (All-Up-Weight) olarak adlandırılır.

Kullanılan pervanelere karar verir iken, motorlar arası uzaklığa dikkat edilmelidir çünkü pervanelerin uçları birbirine çarpabilir. Sportif ya da FPV tarzı uçuş için az devirli motor ve büyük pervane, akrobasi tarzı hızlı uçuş için devirli motor ve ufak pervane boyutu tercih edilir. Motor tek başına değil, seçilen pervane ile beraber itiş sağlamaktadır

AUW (toplam ağırlık) hesaplandıktan sonra gerekli itiş gücü hesaplanır. Multicopter' ler uçaklar gibi kanatların taşıması sonucu değil saf olarak pervanelerin itiş sayesinde havalanabilirler. Eğer itiş gücü, multicopter 'in ağırlığına eşit olursa multicopter havalanamaz ya da sadece olduğu yerde durur. Multicopter 'in havalanabilmesi için yerçekimini yenebilmesi ve bunun üstüne hala itiş kuvveti uygulayabiliyor olması gerekmektedir. Bu toplam itiş gücü değerini belirlemek için ise motorların tam gazda verebildiği itiş gücü temel alınır.

Motor seçiminde fırçasız DC motor tercih edilir. Bu alanda kullanılmalarının ana sebeplerinden biri diğer motorlara göre yüksek performans sergilemeleridir. Fırçasız motorların diğer motorlara göre daha sessiz çalışma, elektriksel gürültü oluşturmama, daha kolay bakım, daha uzun ömür, daha hızlı çalışma ve daha güçlü torklara sahip olma gibi avantajları vardır.

Fırçasız motorlar diğer DC motorlar gibi direk bataryaya bağlanarak çalıştırılmazlar. Böyle bir yanlışlığın yapılması motorun yanmasına neden olur. Bu sebepten fırçasız motorların çalıştırılabilmesi için ESC 'lere ihtiyaç duyulur.

Multicopter sistemlerin etki yapısını oluşturan motorlar önerilen çapta ve yapıda pervaneler ile kullanılmalıdır. Motorları önerilen pervane seçimi ile birlikte kullanmak verimi yükseltmektedir.

Trirotor 'larda 2 tip pervane kullanılır:

- Saat yönü dönen (clockwise)
- Saat yönü tersi dönen (counter clockwise)

2 farklı dönüş yönüne sahip pervane kullanılmasının sebebi tricopter'in gövde üzerinde oluşturmuş olduğu anti tork etkisini yok etmektir.



Şekil 6 Motorlar ve Pervane

1.5.4 MOTOR SÜRÜCÜSÜ (ESC)

Fırçalı ve fırçasız motorların hızını ayarlayan, hız kontrol ünitesidir. Diğer bir ifade ile pilden aldıkları elektrik enerjisini, alıcının gaz kanalından aldığı sinyal ile sürerek motorlara ileten ve motor devrini kontrol eden hız kontrolcüleridir.

İstatistik olarak en çok kazaya sebep veren parçadır, bu sebeple yüksek kaliteli ve önerilen ürünlerin kullanılması önemlidir. Profesyonel sistemlerde kaliteli ve yüksek Amper değerli ESC 'ler kullanılmalıdır.

ESC motora hangi hızla dönmesi gerektiğini söyleyen devredir. Motor fazla akım çektiğinde motorun yanmaması için akımı keserek motoru durdurur. Bir diğer önemli görevi ise pil belli bir voltajın altına düştüğünde motora giden akımı keserek pilin tehlikeli sınırın altında boşalmasını önlemektir. En önemli seçim ESC'nin amperine bağlı olarak değişir. ESC maksimum amperi verebilmeli, hatta biraz daha üstünü de verebilmeli ama daha fazlasına izin vermemelidir. Örneğin motor 20 saniye süreyle 35A akım çekmeye dayanıyorsa ESC'yi 40A seçmek yeterli olacaktır.

ESC'lerin birbirinin aynısı olması denge açısından çok önemlidir. ESC 'lerin yazılımı SimonK/BLHeli bile olsa, ESC'lerin PCB ve FET'lerin farklı olması, ESC'lerin birbirinden farklı davranmasına yol açar. ESC 'ler, SimonK/BLHeli yazılımının sürümü de dâhil olmak üzere tamamı ile birbirinin aynısı olmalıdır.

1.5.5 BATARYA

Trirotor’larda kullanılan fırçasız motorların devir hızları 10000 rpm civarlarında olmaktadır. Yüksek rpm sebebiyle fırçasız motorlar yüksek akım veren ve yüksek kapasiteye sahip pillere ihtiyaç duymaktadırlar. Li-po (lityum-polimer) piller yüksek akım ve yüksek kapasite ihtiyacını en yüksek verimde karşılayan besleme kaynaklarıdır.

Pilin kapasitesi ve ağırlığı doğru oranda artmaktadır. Çok ağır pil model uçak kanatlarının taşımayacağı kadar ağır olabilir. Pilin voltajı, motorun özelliklerine göre ve istenilen devire göre ayarlanır.

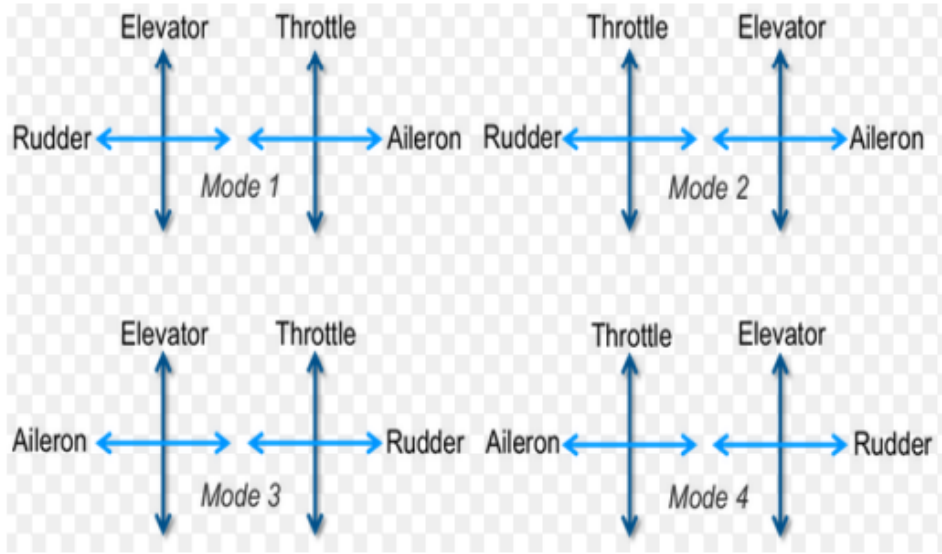
Kullanılan pervanenin belirlenen voltaja uygun olması gerekir. Genellikle tercih edilen 11.V (3S-3 hücreli) lipolardır. Amperi ise model uçağın taşıyabileceği, güvenli uçabileceği ağırlığı geçmeyecek büyüklükte seçilir.

Pilde dikkat edilmesi gereken değer “C” değeridir. Lipoların üzerinde 15C, 20C, 30C gibi değerler vardır. Bu C değerini pilin amperi ile çarpıldığında liponun anlık olarak verebileceği amper değeri ortaya çıkar. Örneğin 2200mA 20C lipo ($2200 \times 20 = 44,000$) 44A akım verir. Motor maksimum 35A çekiyorsa, ESC 40A ise bu 44A verebilen pil uçuş sırasında ısınmadan yeterli beslemeyi sağlayacaktır. Düşük C değerli lipolar kullanılır ise pil ısınır, yıpranır ve çabuk bozulur.



1.5.6 KUMANDA VE RECEİVER

Tricopteri uçurabilmek için bir kumandaya ihtiyaç vardır. Bir tricopteri uçurmak için en az 4 kanala sahip bir hava aracı kumandası kullanılmalıdır. RC kumandalarda en sık kullanılan mode 1 ve mode 2 olmak üzere iki stik seçeneği mevcuttur. Bu ikisi arasındaki fark, gaz çubuğu ve rudder'ın farklı konumlarda olmasından kaynaklanır. Dünyada ve ülkemizde büyük çoğunlukta mode 2 kumanda (gaz çubuğu sol stikte) kullanılır. Sadece geçmişte mode 1 düzenine alışmış kullanıcılar alışkanlıklarından dolayı mode 1 kumanda tercih eder. Aynı zamanda mode 3 ve mode 4 dizilimleri de mevcuttur.



Şekil 7 Kumanda ve Kumanda Modları

BÖLÜM 2 : LİTERATÜR TARAMASI

Rahman ve ark. (2016) günümüzün küreselleşme çağında İnsansız Hava Aracı (İHA), gözetim, veri aktarımı, paket teslimi, anlık tıp vb. Gibi sayısız görevi yerine getirme kabiliyetinden dolayı teknolojinin en büyük yeniliklerinden biri haline gelmiştir. Dikey Kalkış ve İniş (VTOL) Radyo Kontrollü (RC) 3 rotorlu İHA'ların geliştirilmesi ya da tam tersine, Y-şekilli bir triger . Bir tricopter , zıt yönlerde dönen iki rotora sahiptir. Bu nedenle, bu torku bir helikopter kuyruk rotorunun yaptığı gibi telafi etmek için arka rotoru eğmek için bir arka servo kullanıldı. Bu çözümün avantajı, çok sayıda rotor içeren multicopters'lara kıyasla daha fazla çeviklik eğilmesidir. KK 2.1.5 64k bellek ile bir Atmel Mega644PA 8-bit AVR RISC tabanlı mikrodenetleyicidir. Dinamik dengeleme üzerine Orantılı'yı ve İntegral sınırlarını (PI sınırları) değiştirerek stabilite denetimi için kabul edilmiştir . Doğru dengeleme ve stabiliteye bağlı olarak, Y-helikopter uçan hareketini değiştirebilir. Bu yazıda dinamik denklemler, koordinasyon ve eylemsizlik momentini içeren matematiksel modelleme gösterilmiştir. Dahası, uçuş prensibi yani roll, pitch ve yaw kontrol mekanizmaları da analiz edilmiştir. Onbirinci saatte, bazı iç ve dış mekanda uçuş testleri, uçan jesti sergiledi ancak Y-helikopterinin dengelenmesi çok önemliydi [1]

KAYNAKLAR

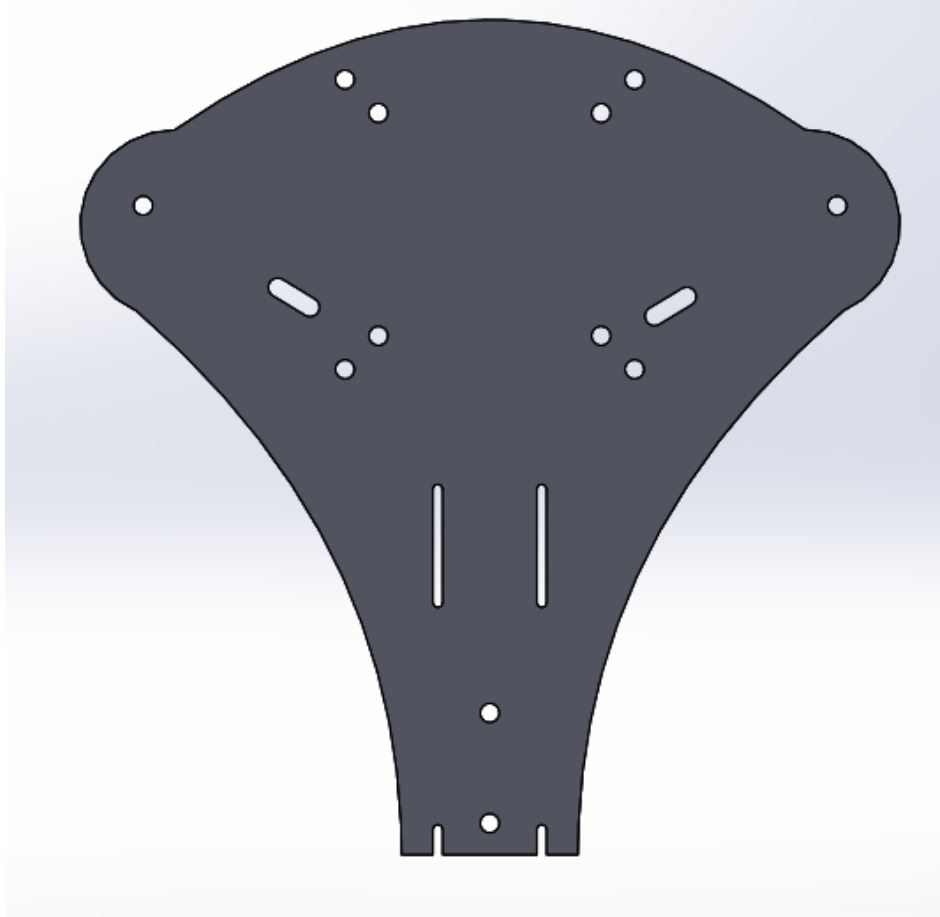
[1]. Rahman, S.M.M. , Mashud, M. “Design and implementation of a Y-copter: Aerobatic version”, AIP Conference Proceedings, Volume 1851, 19 June 2017, Article number 020089

BÖLÜM 3 : TASARIM VE MONTAJ

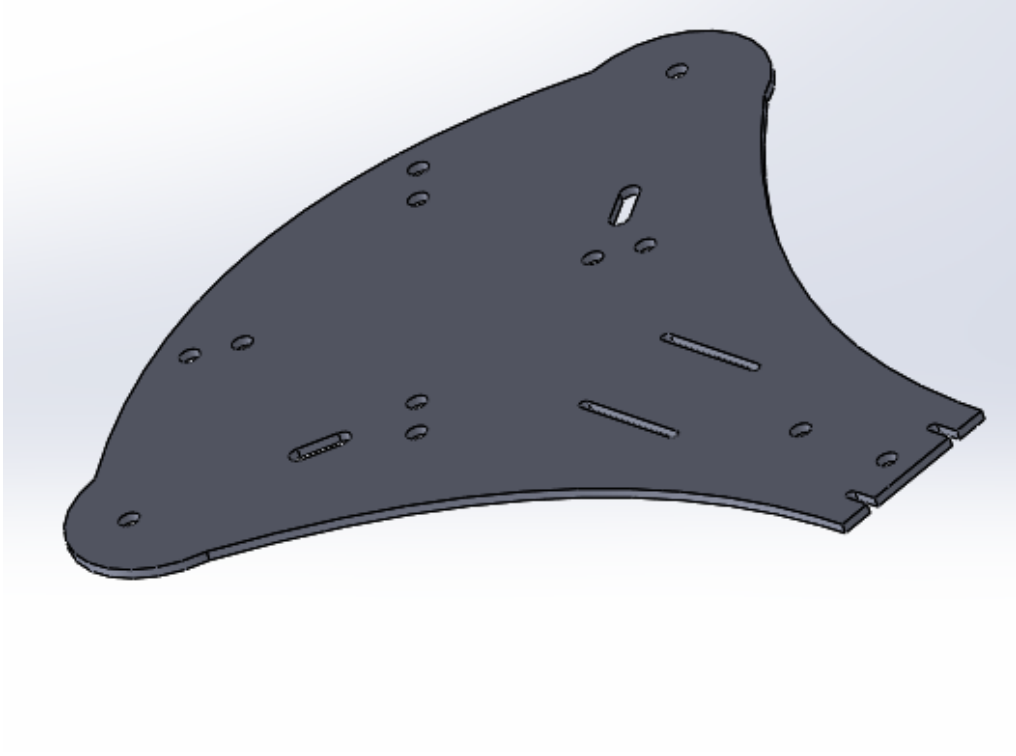
3.1 Mekanik Tasarım

Tricopterin mekanik kısımları Solidworks programı kullanılarak çizilmiştir.

3.2 Üst Gövde



Şekil 8 Üst Gövde Üst Görünümü

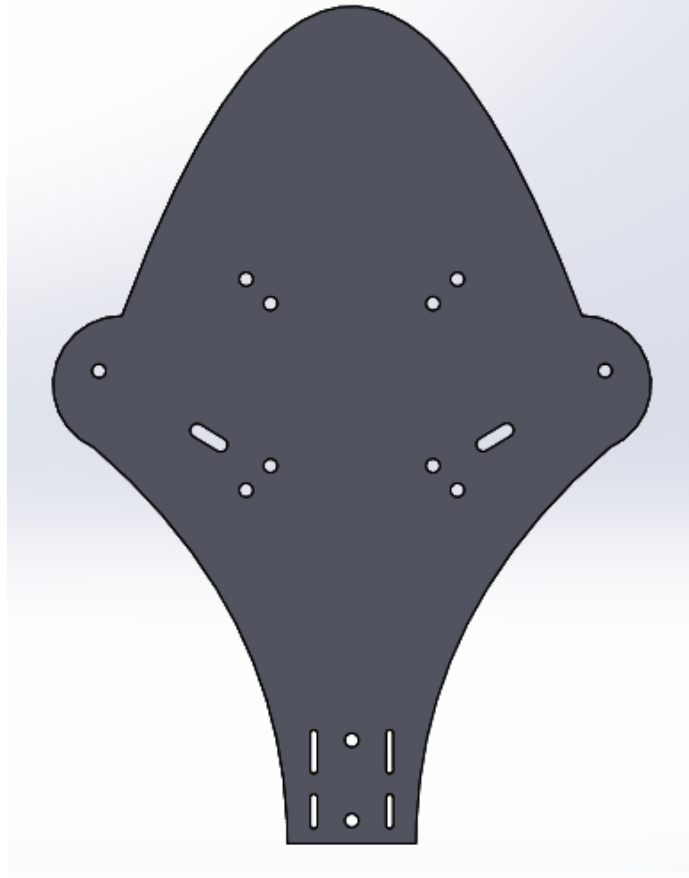


Şekil 9 Üst Gövde İzometrik Görünümü

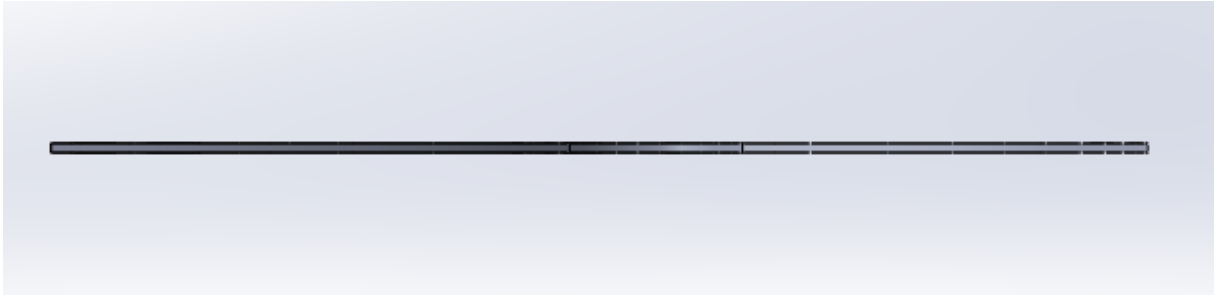


Şekil 10 Üst Gövde Yandan Görünümü

3.3 Alt Gövde

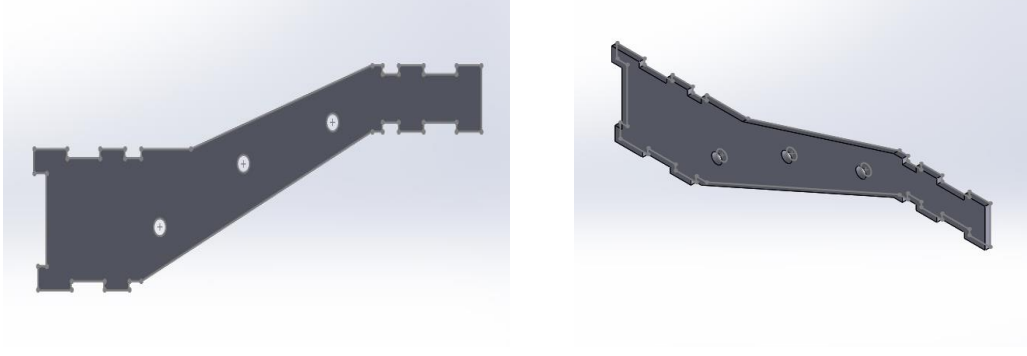


Şekil 11 Alt Gövde st Görünümü

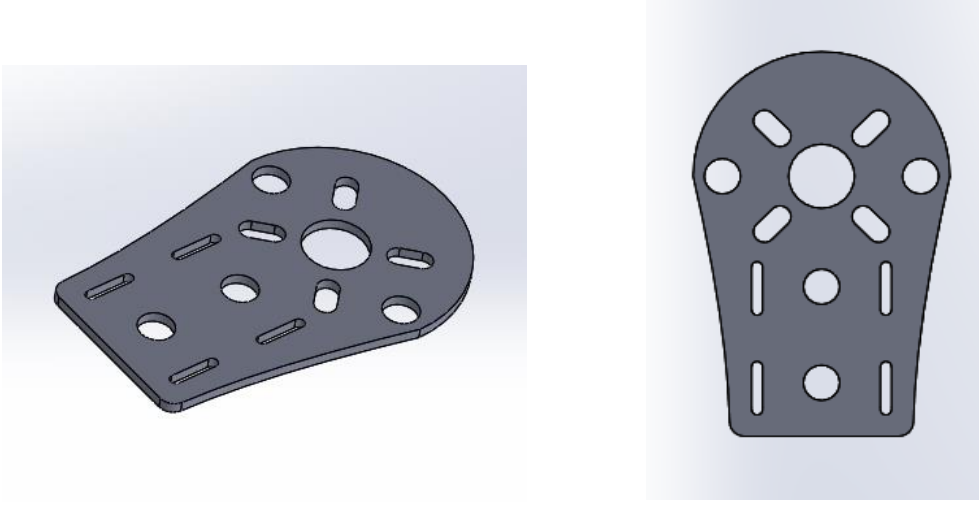


Şekil 12 Alt Gövde İzometrik Görünümü

3.4 Kanat Bağlantısı



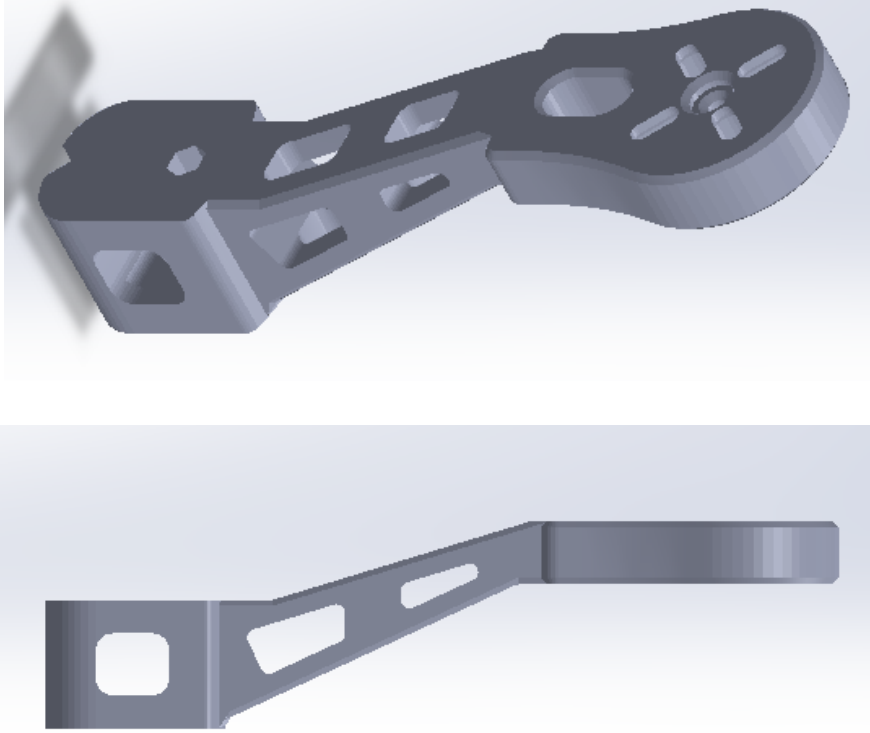
Şekil 13 Kanat balantısı



Şekil 14 Motor bağlantısı

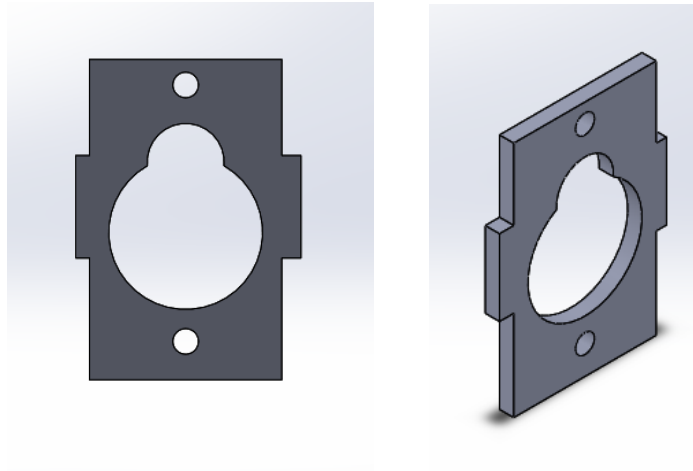
3.5 Kırılan Kanat Kol Yerine Çizilmiş Kol

Tricopterin sağ kanadı yüksekten düştüğü için kırıldı ve 3D printerdan kırılan kanat yerine çıkarılmış parça.



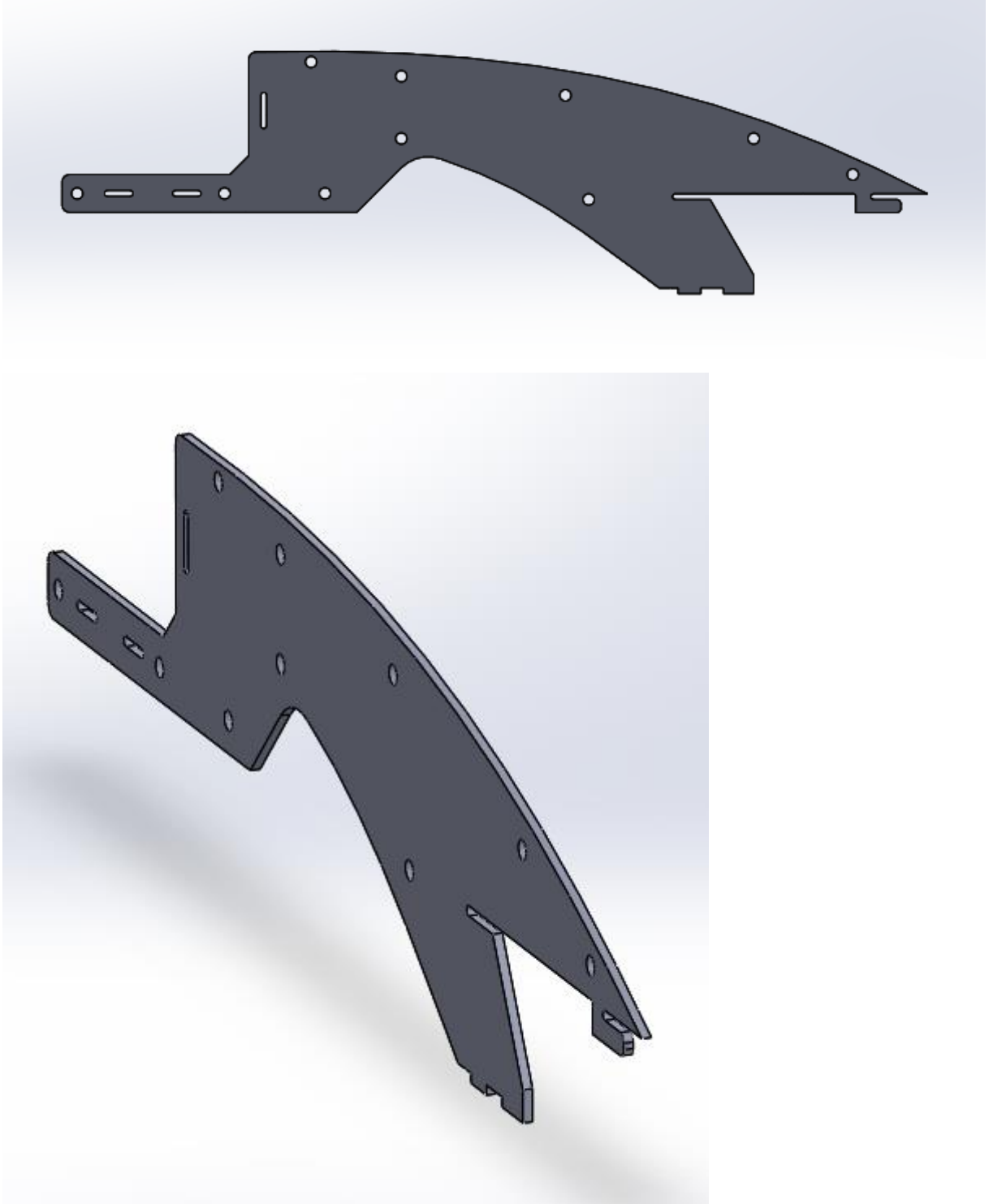
Şekil 15 Kırılan Parça yerine 3D Printerdan Üretilmiş Parça

3.6 Servo Bağlantısı Çizimi



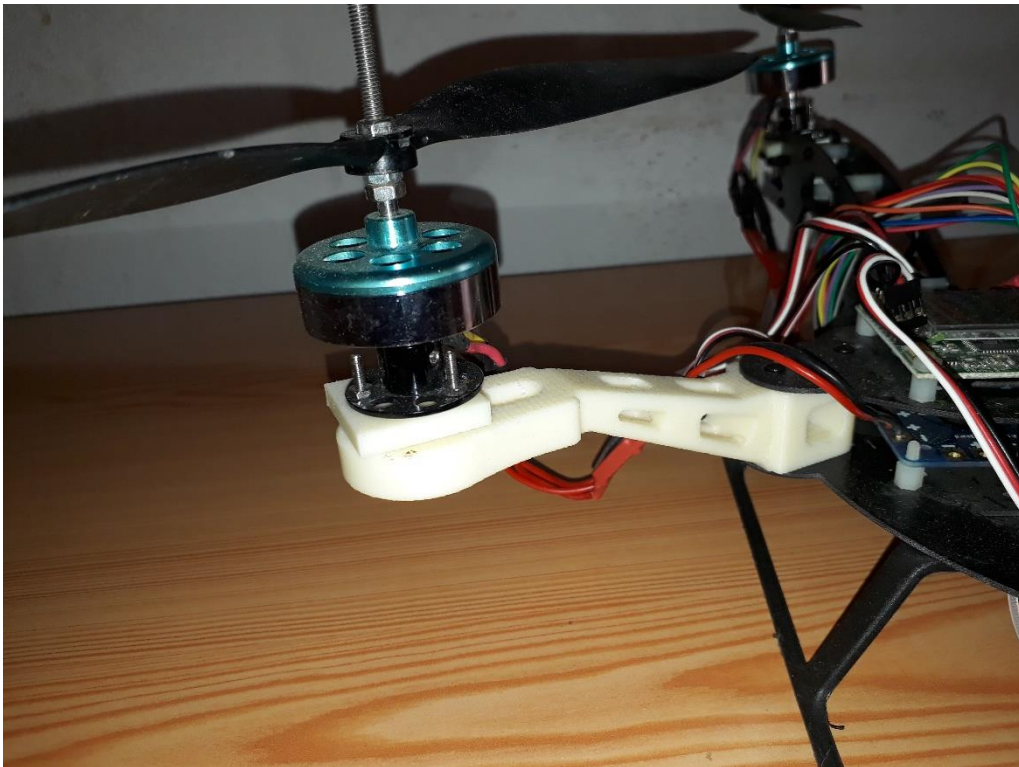
Şekil 16 Servo Bağlantı Parçası

3.7 Arka Kanat ÇizimiD



Şekil 17 Arka Kanat

3.8 Tricopterin Son Hali



3.9 Tricopterin Solidworks de Montajı



Şekil 18 Tricopterin solidworks montajı

BÖLÜM 4:SONUÇ

“DİKEY İNİŞ KALKIŞ YAPABİLEN ÜÇ ROTORLU HAVA ARACI” adlı bu çalışmamda literatüre faydalı bir kaynak oluşturmak ve çalışan bir model ortaya çıkarmak hedef alınmıştır. Özgün modelimiz tüm test uçuşlarından başarıyla geçmiş, kullanım kolaylığı ve göstermiş olduğu performans bakımından örnek teşkil edecek sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

Yapılan araştırma ve çalışmalar doğrultusunda geliştirilmeye açık, her geçen gün hızla büyüyen, drone çalışmalarının geniş kapsamlı bir alan olduğu gözlemlenmiştir. Haberleşme, bilgi ve iletişim açısından tricoptere gereken malzeme ve aksesuarların neler olduğu belirtilmiştir.

Tricopter 'lerin uçuş alanlarının insanların emniyeti açısından belli kurallar çerçevesi altında olması, güvenlik ve alınması gereken gerekliliklerin neler olduğu paylaşılmıştır.

Kontrol ve uzaktan görevlendirmeler ile bir uçuş planı içindeki hassasiyet, sonuçlar ve geri bildirimler aracılığıyla akıllı bir otomasyon sistemi kurulmuş olup, istenilen araştırma, bilgi ve sonuca ulaşılmıştır.

SIRA	MALZEMELER	ADET	FİYAT(TOPLAM)
1	BMS-385DMAX Digital Servo (Metal Gear)	2	118,86
2	HexTronik DT750 Brushless Outrunner 750kv	3	132,3
	TURNIGY Plush 18amp Speed Controller		
3	W/BEC	3	174
4	Turnigy 2200 mAh 3S 25C lipo Pack	2	210
5	tricopter HJ-Y3 Frame	1	150
6	11x4.7 SF Props CW+CCW	5	70
	6050MPU KK 2.1.5 Çok rotorlu uçuş kontrol		
7	kartı	1	79,8
8	turnigy BESEC Programlama Kartı	1	30
9	hobbyKing AFHDS 2.4Ghz 6 ch verici/ alıcı	1	114
10	polyMax 3.5mm altın konnektör	20	12
11			
		TOPLAM	
		HARCAMA	1090,96

Tablo-1 Fiyat Listesi

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Orhun DEMİRTAŞ

Baba Adı: Erdoğan

Anne Adı: Şefika

Doğum Yeri: Mersin

Doğum Yılı: 1995



İlk ve orta öğrenimini Mersin’de tamamladıktan sonra 2014 yılında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başladı. 2018 yılında lisans öğrenimine devam etmektedir.

İletişim Bilgileri

Adres: Yeni Mahalle 161. Sokak Yıldıztepe Sitesi B/Blok 10/19

Mezitli / MERSİN

Telefon: 0539 620 23 17

E-posta: orhundmrts.3@gmail.com

Bilimsel Çalışmalar (Varsa)

