

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

SABİT KANATLI İNSANSIZ HAVA ARACI TASARIMI

BİTİRME PROJESİ

Berkant ÖZKILIÇ
Emre ÜÇÜNCÜ
Deniz ÇELİK

1. ÖĞRETİM

OCAK 2021

TRABZON

T.C
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

SABİT KANATLI İNSANSIZ HAVA ARACI TASARIMI

Berkant ÖZKILIÇ
Emre ÜÇÜNCÜ
Deniz ÇELİK

Danışman: Prof. Dr. Levent GÜMÜŞEL

Bölüm Başkanı: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

OCAK 2021
TRABZON

ÖNSÖZ

Son yıllarda dünya çapında insansız hava araçları büyük bir önem kazandı. Gerek ülkemiz gerek gelişmiş ülkeler tarafından bu çalışmalara ciddi bir yatırım söz konusudur, ayrıca ülkemizin bu alanda çalışmaları son zamanlarda diğer ülkelerin taktirini almakla beraber bu teknolojiyi ihraç ederek ülkemizin ekonomisine de değer katmaktadır. Gün geçtikçe insansız hava araçlarına artan ilginin ve önemin okulumuz Karadeniz Teknik Üniversitesi yönetimi kayıtsız kalmayarak çeşitli teşvik ve yardım konusunda geride kalmayarak imkanlar çerçevesinde çalışmalar yapmaktadır. Bu çalışmalardan birisi de öğrencilerinin bu alanda çalışmalara yönelmesi için seçmeli aerodinamik dersleri, bitirme projeleri, öğrenci kulüpleri ve teknoloji transfer ofisinin imkanlarını sunmaktadır. Böyle bir köklü ve donanımlı bir üniversitede, ülkemiz için yararlı olabilecek bir çalışma yapmaktan gururlu ve mutluyuz.

Başta bu çalışmada bize sağlamış olduğu imkanlar ve bilgilerinden ötürü, Sayın Pr. Dr. Levent Gümüşel öğretmenimiz ve Karadeniz Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği bölümü başkanlığına Teşekkürlerimizi sunarız.

ÖZET

Günümüzde sabit kanatlı insansız hava araçları özellikle askeri alanlarda bilgi ve istihbarat görevlerinin yanında taarruz amaçla da kullanılmaktadır. Bu nedenle birçok ülke, askeri alanda kullanılması amacıyla büyük yatırımlar yapmakla beraber üretilen araçları yüksek fiyatlara farklı ülkelere satarak ülke ekonomisine büyük katkılar sağlamaktadırlar.

Ülkemiz bu alanda ismini dünya çapında duyuran ülkelerden biridir, ancak ülkemiz dahil birçok ülke bu araçları askeri amaçlara uygun bir şekilde kullanmaktadırlar. Bunun sebebi bu araçların üretimi ve kullanımının zor, pahalı ve yüksek teknolojik elektronik devrelere ihtiyaç duymasıdır. Bu nedenle günlük yaşantımızda erişilmesi çok güç teknolojik araçlar arasındadır.

Tüm bu durumlar göz önüne alındı. Bunun neticesinde yapacağımız tasarım askeri amaçlar dışında sivil hayatta da kullanımının çok yararlı işleri yapabileceğini saptadık. Bu nedenle insanların kolay ulaşabileceği bir tasarım üretimi üzerinde çalışmayı amaçladık.

Askeri Amaçla kullanılan bu araçların kullanımının zor oluşu sivil hayatta kullanılmasının önünde bir engel olduğunu saptadık. Bu nedenden ötürü kullanımı diğer İHALara göre daha kolay bir sistem tasarlayarak İHALarın kullanımını sivil topluma öğretme vizyonunda bir çalışmayı hazırlamış olduk.

Anahtar Kelimeler: (Askeri, Sabit Kanatlı İnsansız Hava Aracı, Sivil)

SUMMARY

Nowadays, fixed winged unmanned aerial vehicles are used for attack purposes, as well as to data and information missions, especially in military fields. Therefore various countries make major investment to used in military fields, and they provide grand contributions to the country's economy by exporting produced vehicles to different countries at high prices.

Our country announce one of a country own title in this field all around the world, but we use this vehicles for military purposes including us . For this reason Equipments and electronic circuits which are exepnsive and hard to manufacture is hard to use product in daily life.

Considering all these situation, we decided to do necessary researches to develop our work as part of this vision aiming at easy to produce design, consisting of cheap part , easy to use, efficient about consuming energy and east to reach.

We have determined that there is an obstacle to use these vehicles, which are used for military purposes, in civilian life because it is difficult to use. Fort his reason, we have designed a vehicle with the vision of teaching the use of vehicle to civil society by designing a system that is easier to use than others.

Keywords: (Military, Fixed Winged Unmanned Aerial Vehicle, Civil)

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
ÖZET	IV
SUMMARY	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ	IX
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	2
1.1.1 İnsansız Hava Aracı Nedir?	2
1.1.2. İnsansız Hava Araçlarının Avantajları ve Dezavantajları	3
1.1.3. Geçmişten Günümüze İnsansız Hava Araçları	5
1.2. Kısıtlar ve Koşullar	9
1.3. Karşılatabileceği Gereksinimler	10
1.4. Literatür Taraması	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	12
2.1. İnsansız Hava Aracı Tasarımı	12
2.2. Gövde Yapımı	12
2.3. Kanat Yapımı	15
2.4. Sistemin Test Edilmesi	16
2.5 Montaj	16
2.5.1 Motor Montajı	17
2.5.2 İniş Takımının Montajı	18
2.5.3 Kanadın ve Kuyruğun Montajı	18
2.5.4 Servo Motorların Montajı	20
2.5.5 Elektronik Sistemin Yerleştirilmesi	20
2.5.6 Kanatçık Yapımı ve Montajı.....	20
2.6 Kütle Merkezinin Belirlenmesi	21
3. BULGULAR	22

3.1. Performans Testi	22
4. TARTIŞMA	23
5. SONUÇLAR	24
6. ÖNERİLER.....	25
7. KAYNAKÇA.....	26
8. EKLER	28

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Çift Motorlu İnsansız Hava Aracı.....	2
Şekil 2. Bayraktar Mini İHA	6
Şekil 3. Baykar Bayraktar TB2.....	7
Şekil 4. Baykar Bayraktar Akıncı.....	7
Şekil 5. GÖZCÜ	8
Şekil 6. TUSAŞ ANKA	8
Şekil 7. Vestel KARAYEL	9
Şekil 8.Yapı Malzemeleri.....	12
Şekil 9. Bıçak ile Kesme İşlemi	13
Şekil 10. Tel ile Kesme İşlemi.....	13
Şekil 11. Zımparalama İşlemi.....	14
Şekil 12. Ağırlık Ölçümü	14
Şekil 13. Kanadın Tel ile Kesimi.....	15
Şekil 14. Kanada Karbon Fiber Boru Geçirilmesi.....	16
Şekil 15. Gövde	17
Şekil 16. Montajı Tamamlanmış Motor.....	17
Şekil 17. Montajı Tamamlanmış İniş Takımı.....	18
Şekil 18. Kanat Montajı	19
Şekil 19. Montajı Tamamlanmış Kuyruk.....	19
Şekil 20. Montajı Tamamlanmış Servo Motorlar	20

1.GENEL BİLGİLER

Ülkemizde ve dünyadaki diğer ülkelerde gün geçtikçe insansız hava aracı teknolojisi gelişmekte ve aynı zamanda sivil halk içerisinde de yaygınlaşmaya başlamaktadır. Birçok ülke İHA teknolojisini orman yangınlarının tespiti, uzun mesafe kargo taşıma, arama-kurtarma gibi birçok sivil alanda kullanımına başladı, bununla birlikte sivil hayatta kullanılabilmesi için insanları eğitmeye olan ihtiyaç artmıştır.

İHA teknolojinin kullanımı zor ve maliyetinin yüksek oluşu bu teknolojinin sivil topluma öğretilmesini zorlaştırmaktadır. Tüm bu olumsuzluklar göz önüne alınarak insanların sivil hayatta İHA teknolojisini insanlara daha kolay öğretebilmek ve eğitebilmek için ucuz maliyeti olan ve verimi düşük olsa bile kullanımı diğer İHA'lar'a nazaran daha kolay olan bir insansız hava aracı tasarımı üzerine çalışma yapılmıştır.

Yapılan proje başarılı olduğu takdirde sivil insanların eğitimi amacıyla kullanılarak daha ucuz ve kolay bir eğitim sağlayarak sivil toplum içerisinde yaygınlaştırılması sağlanacaktır.

1.1. Giriş

1.1.1. İnsansız Hava Aracı Nedir?

İnsansız hava aracı (İHA): fiziksel olarak içerisinde insan bulunmayan, yüksek teknolojiye sahip görüntü kaydeden kameralarla donatılmış ve uzaktan kumanda edilen bir hava aracıdır. İHA'ların en önemli ve olmazsa olmaz bileşeni, yer tabanlı bir kontrolör ile uçak arasında bir iletişim sistemidir.



Şekil 1. Çift Motorlu İnsansız Hava Aracı

İHA'lar iki sınıfa ayrılırlar: uzaktan kumanda edilerek uçanlar, kendiliğinden belli bir uçuş planı üzerinden otomatik olarak hareket edebilenler. Keşif amaçlı üretilen İHA'lar günümüzde birçok saldırı görevinde de kullanılmaktadır. Militanlara karşı birçok başarılı saldırı gerçekleştirir. Birçok elektronik devrelere ve yüksek teknolojik devre elemanlarının yanında özel yazılım sistemlerinden oluşmaktadır. Bu araçlar dışarıdan kolay bir araç gibi görünse de birçok farklı mühendislik alanlarının ortaklaşa çalışmaları sonucunda üretilmektedir. Bu araçlar son zamanlarda savunma sanayisinde çok popüler hale gelmiş olması devletler arasında bir rekabeti artırmaktadır.

1.1.2. İnsansız Hava Araçlarının Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları;

- Bu araçlar uzaktan kumanda ile kontrol edildiği için herhangi bir kaza veya vurulma söz konusu olduğunda personel kaybı meydana gelmez ve böylece insan kayıplarının engel olunmasında etkili bir araçtır.
- Askeri ve savunma alanlarda istihbarat amaçlı kullanılabilir.
- Bu araçları kullanmak için herhangi bir pilot kullanılmaması sadece uzaktan kontrolü sağlayacak bir teknikerin yeterli olması sebebiyle ayrıyeten pilot yetiştirmek için yatırım veya okul açma söz konusu olmayıp mali açıdan avantajlıdır.
- Üzerine çeşitli silah sistemleri entegre edilerek savaş ortamlarında veya savunma için kullanılması kolay bir araçtır.
- Gelişmekte olan ve savunma açısından yatırım yapmak isteyen birçok ülkeye bu araçları ihraç edilerek ülke ekonomisine büyük oranda katkılar sağlar.
- Sivil hayat da doğal afetlerde, kazalarda, arama kurtarma, coğrafi keşiflerde, yangınlarda kullanılarak günlük hayatımızı kolaylaştırmaktadır.
- İHA'lar ekonomik bağlamda bakıldığında diğer hava araçları arasında daha uygun bir araçtır. Büyük savaş uçaklarının birim maliyeti İHA'lara göre katbekat daha fazladır. Sonuçta bir **F-16**'yı satın almak ile bir **SİHA**'yı satın almak arasında oldukça büyük fark vardır.
- Sadece satın alırken değil kullanırken de İHA'lar daha avantajlıdır. Bir savaş uçağının hazırlanması, kaldırılması, iniş sonrası bakımları İHA'ya göre fazladır. Daha ufak maliyetlerle İHA'lar kullanılabilir.
- İHA'lar savaş uçaklarına göre daha az personele ihtiyaç duyar.
- En büyük avantajları ise daha fazla havada kalmaları. Günümüzde, savaş uçağının havada kalması için pilota ihtiyaç duyuyor. Tabii insansız savaş uçakları da var, onlar kategori dışında. Uçağı pilotun idare etmesi sonucunda bir müddet sonra uçağın mecburi olarak yere inmesi gerekiyor çünkü uçağı bir insan yönetiyor ve insanın belirli bir dayanma sınırı bulunuyor. Güneş enerjisiyle çalışan bir İHA varsa havada kalma süresi sınırsız olabilmektedir.

Dezavantajları;

➤ Hava saldırılarına ve savunma sistemlerine karşı savunmasızdırlar. Hava saldırılarında bir pilotun kullandığı bir F16 gibi tamamen saldırı için üretilmiş bir uçağı, insansız hava aracına göre kıyaslamak elbette doğru olmaz bu nedenle hava saldırılarında insansız hava araçları savunmasız kalmaktadırlar.

➤ Araca karşı gelen tehditleri algılama yeteneğı canlı bir pilota göre daha zayıftır. Bu araçların kontrolü uzaktan bilgisayarlara gelen verilerin ve görüntülerin bilgisayar ortamında elde edilen görüntü aracılığıyla kontrol edildiğı için bazı veri aksaklıkları ve görüş açılarında daralmalar olmaktadır. Bu nedenle tehditleri bir pilotun yaptığı gibi tehditleri anında tespit etmek zordur.

➤ İnsanlı hava araçları gibi ulusal ve uluslararası hava sahaları ile ilgili düzenleme ve sınırlamalara tabidir. Her ülkenin yöneticileri tarafından, sınırlarının korunması, sınırları içerisinde yaşayan insanların güvenliğini sağlması, uluslararası alanda bağımsız bir ülke olmak istemesi, askeri alanda istihbarat bilgilerinin gizli kalması gibi haklı istekleri vardır. Bu nedenle birçok ülkelerin bir araya gelerek uluslararası sözleşmeler ve kurallar belirlemişlerdir. Bunun sonucunda her ülkenin belirlediğı sınırların ihlali halinde gerekli kuvvetleri ve yaptırımları söz konusu olduğu için her istenilen yerlerde bu araçların kullanılması sakıncalıdır.

➤ Kaza kırım oranı savaş uçaklarına göre daha yüksektir. Uçuş esnasında olan bir insansız aracın uzaktan, uçakta meydana gelen arızaların kontrol altına alınması çok güçtür.

➤ İHA'lar ile yer kontrolü arasındaki bağı kopması durumunda araçlar yer unsurları için risk oluşturabilmektedir. Özellikle bu araçlar sinyal ve uydu verileri gibi kaynaklardan komut aldığı için sinyal kesici veya karıştırıcı cihazların olduğu yerlerde komutları istenilen şekilde yapılmasının kısıtlandığı ve düşman tarafından sistemin yazılım kaynağına sızıntı yapılarak tamamen tehlikeli durumları meydana getirebilir.

➤ İnsansız hava araçlarının üretilmesi için çeşitli hammaddelere, yüksek teknolojik devre elemanlarına, gerekli bilgilere sahip insan kaynağına, tecrübeli mühendislere, fabrika ortamına, arge çalışmalarına ve daha birçok ortama gereksinimi vardır

1.1.3. Geçmişten Günümüze İnsansız Hava Araçları

İnsanların adeta bir kuş gibi uçmak istemesi ve gök yüzünde hareket edebilen araçlar hayal etmesiyle başlayan havacılık alanı birçok çalışmalara ve deneylere şahit olmuştur. Örneğin Hezarfen Ahmet Çelebi,1632 yılında lodoslu bir havada Galata Kulesi'nden kuş kanatlarına benzer bir araç ile kendini boşluğa bırakması ve İstanbul Boğazı'nda 3358 metre süzülerek Üsküdar'da yer alan Doğancılar Meydanı'na inmesi ile tanınır. Daha sonrasında Wrigth kardeşlerin uçak çalışmaları havacılık sektöründe uçakların üretilmesinde büyük bir başlangıç olmuştur, dolayısıyla birçok ülke çeşitli boyutlarda ve şekillerde gerek sivil taşımacılığı gerek askeri taarruz amaçlı araçlar üretmişlerdir. Özellikle savaş esnasında kullanılan uçaklar pilotlar tarafından kullanıldığı için çeşitli saldırılar veya arızalar nedeniyle insan ölümleri olmuştur. Tam bu noktada insanlar tarafından pilotu olmayan uzaktan kumanda edilebilen uçakların üretilmesi fikirleri ortaya çıkmıştır. Uçak sektöründe, uçak üreticisi olan şirketler uzun yıllara dayanan bilgi birikimlerinden ve tecrübelerinden yola çıkarak bu alana yönelmişlerdir.

İlk İHA'lar A. M. Low tarafından 1916 yılında geliştirilmiştir. Takip eden yıllarda ise sınırlı sayıda üretilen Hewitt-Sperry otomatik uçak I. Dünya Savaşı sırasında kullanılmıştır. 1935 yılında ise film yıldızı ve model uçak tasarımcısı Reginald Denny ilk ölçekli RPV (İngilizce Remote Piloted Vehicle Türkçesi Uzaktan Komutalı Araç) modelini geliştirmiştir. II. Dünya Savaşı süresince çok fazla miktarda uçak üretilmiş, bunlar trenleri korumak amacıyla uçaksavar ve saldırı görevlerinde kullanılmıştır. Jet motoru bulunan ilk model 1951 yılında Teledyne Ryan firması tarafından geliştirilen Firebee I'dir. 1955 yılında ise başka bir firma Beechcraft ABD Deniz Kuvvetleri için Model 1001 modelini üretmiştir. Bununla beraber bu araçlar Vietnam Savaşı süresince birer uzaktan kumandalı uçak olmaktan daha ileriye gidemediler.

1980'li ve 1990'lı yıllarda olgunlaşan ve küçültülen bu araçlar özellikle Amerikan askeri çevrelerin ilgisini çekmeyi başarmıştır. Bunun en önemli nedeni İHA'ların uçaklara nazaran çok daha ucuz olması ayrıca riskli görevler sırasında yetişmiş mürettebat kaybını sığırma indirmesidir. Genel olarak keşif ve gözetleme amacıyla kullanılan bu araçlar günümüzde silahlandırılmaktadır. Örneğin MQ-1 Predator modeli araçlar üzerine AGM-

114 Hellfire havadan-karaya füze takılmaktadır. Zırhlı ve silahlı bu araçlara insansız hava muharebe aracı (İHMA) denilmektedir.

Burada ülkemizin bu alanda yaptığı çalışmalar üzerinde duracağız. Ülkemiz yaklaşık 35 yıldır terör örgütü tarafından saldırılara uğramakla beraber konumu gereği birçok düşman tarafından ve sınırlarımıza komşu ülkeler tarafından tacizlere maruz kalmaktadır. Bu nedenle savunma alanında güçlü bir ülke olmak için savunma sanayi üzerinde uzun yıllar çalışmalar yaparak çeşitli savunma araçları üretimi üzerinde çalışılmıştır. Tüm dünya insansız hava araçlarına yönelmişken ülkemiz geride kalmamak için İsrail devletinden insansız hava araçları almıştır fakat bu araçların çabuk arızalanması , İsrail devletinin kontrolü altında olması , fiyatlarının yüksek olması, İsrail devletinin ambargosu ve ülkemizin bu alanda dışa bağımlılığın önüne geçmek istemesi üzerine , Baykar şirketi tarafından yapılan çalışmalar sonucu tamamıyla yerli sermaye ile üretilen ilk insansız hava aracı Bayraktar Mini İHA, 2007 yılında Türk Silahlı Kuvvetleri envanterinde yerini aldı. Aynı zamanda Bayraktar Mini İHA ihracatı, gerçekleşen ilk millî İHA ihracatıdır. Daha sonra yapılan gerek TAI ve gerekse Baykar şirketi tarafından dünya çapında ses getiren birçok İHA'lar yapıldı ve yapılmaya devam ediyor.

Türkiye Tarafından Üretilen İnsansız Hava Araçları;

Bayraktar mini İHA; GÖZCÜ Mini İHA, Kale-Baykar ortaklığı tarafından yakın menzil gece ve gündüz keşif ve gözlem maksatlı olarak geliştirilip üretilen Türk Silahlı Kuvvetleri envanterine giren ilk milli ve özgün mini sınıfı insansız hava aracıdır. Sistem ilk olarak 2007 yılında Türk Silahlı Kuvvetleri tarafından operasyonel olarak kullanılmaya başlanmıştır.



Şekil 2. Bayraktar Mini İHA

Baykar Bayraktar TB2; Türkiye merkezli Baykar Savunma tarafından üretilen İnsansız hava aracıdır. 14 Haziran 2014 tarihinde tam yüklü olarak gerçekleştirilen uçuş testinde 27,030 feet irtifaya çıkmış, 05-06 Ağustos tarihlerinde gerçekleştirilen uçuş testinde ise tam yüklü olarak 18,000 feet irtifada 4040 km yol kat ederek 24 Saat 34 Dakikalık uçuş gerçekleştirmiştir. 17 Aralık 2015 tarihinde 2 adet Roketsan MAM-L güdümlü füzesi yüklü şekilde yapılan atış testinde %100 isabet ile hedefleri vurabilmiştir. Baykar Savunma Ar-Ge ekibi tarafından askeri ve sivil havacılık standartlarına uygun olarak tasarlanan Baykar Bayraktar TB2'nin tüm alt yapısı Türkiye merkezli üretilmiştir.



Şekil 3. Baykar Bayraktar TB2

Baykar Bayraktar Akıncı; Bayraktar Akıncı, şu an Türk İnsansız Hava Aracı üreticisi Baykar Savunma tarafından geliştirilmekte olan, yüksek irtifa uzun dayanıklılığa sahip insansız silahlı hava aracıdır. Basında çıkan haberlere göre, Akıncı, iki turboprop motorla donatılmış bir uçak gövdesiyle yaklaşık 1.5 tonluk bir yük taşıma kapasitesine sahip 5.5 ton ağırlığında bir UCAV'dır.



Şekil 4. Baykar Bayraktar Akıncı

GÖZCÜ (UÇAK); Gözcü, TAI tarafından geliştirilmiş ve Türk Hava Kuvvetleri tarafından kullanılmakta olan kısa menzilli gözlem uçağı. Gece ve gündüz görev yapabilen tipleri mevcuttur. Gözcü sınıfındaki diğer uçaklar gibi bir meydandan kalkmak yerine mancınık ya da katapult adı verilen bir fırlatma rampasından fırlatılmaktadır. Böylece kalkış mesafesi kısaltılmakta, uçağın her yerde kullanımı sağlanmaktadır. İniş sistemi için ise gaz patlamalı bir paraşüt kullanılmaktadır.



Şekil 5. GÖZCÜ

TUSAŞ ANKA; Türk İnsansız Hava Aracı Anka, TAI Anka, TUSAŞ Anka ya da yaygın ismiyle Anka, Türk Silahlı Kuvvetleri'nin ihtiyaçları doğrultusunda Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. tarafından geliştirilen insansız hava aracıdır. Temel Anka-A, orta irtifa uzun ömür (MALE) İHA sınıfındadır. 2000'li yılların başında taktiksel gözetim ve keşif misyonları için tasarlanan Anka, günümüzde sentetik aralıklı radar, hassas silahlar ve uydu iletişimiyle modüler bir platforma dönüşmüştür. İsmi efsanevi mitolojik yaratık olan Anka Kuşu'ndan almıştır.



Şekil 6. TUSAŞ ANKA

Vestel KARAYEL; Karayel Taktik insansız hava aracı sistemi, hava aracı, yer kontrol istasyonu (YKİ), yer veri terminali (YVT) ve yer destek ekipmanlarından oluşmaktadır. Sözleşme gereksinimleri 18000 feet tavan irtifası, 35 kg faydalı yük taşıma kapasitesi ve asgari 8 saat havada kalıştır. Ancak tasarım bu değerlerin daha üstündeki değerlere göre yapılmıştır. Geliştirilen sistem 22500 feet irtifaya kadar görev yapabilmekte, faydalı yük bölmesinde yapısal olarak 70 kg'a kadar faydalı yük taşıyabilmekte, 20 saat havada kalabilmektedir.



Şekil 7. Vestel KARAYEL

1.2. Kısıtlar ve Koşullar

Bu çalışmada sabit kanatlı bir insansız hava aracı tasarımı ve bu tasarımın aerodinamik hesaplamaları istenmektedir. Sivil havacılık gereği İHA 1 kategorisine girmemesi için 4 kg geçmemesi gerekmektedir. Burada bu çalışma prototip olarak tasarlanmıştır. Tasarım sürecinde çevresel ve iklim koşulları düşünülerek uygun hesaplamalar ve tasarım hesaplamalara uygun olacak şekilde yapılmıştır. Bu çalışmada minimum fiyat ve kullanım alanına göre maksimum performans baz alınarak tasarımlar yapılmıştır. Uzun süreli eğitimler içinde uzun sürede havada kalabilmesi için verimlilikte göz önünde tutulmuştur. Verimlilikte ön planda tutularak enerji masraflarında azalma amaçlanmıştır.

1.3 Karşılayabileceği Gereksinimler

Yapılan çalışmadaki İHA sisteminin en büyük avantajlarından biri istenilen eğitim şartlarına göre kanat, motor, pil gibi malzemelerin değiştirilebilmesi ve böylelikle eğitimin amacına göre sistem değiştirilebilmesidir. Gövdenin büyüklüğü göz önüne alınarak eğitimin zorlaştırılması veya kolaylaştırılması için gövdenin içine ağırlık yerleştirilebilmekte, bu sayede ağırlık merkezinin yeri değiştirilerek veya ağırlık arttırılarak kanatlara gelen kanat yüklemesi değiştirilerek istenilen eğitime göre ayarlanabilmektedir. Bu nedenlerden ötürü yapılan çalışma birçok farklı eğitim türüne uyum sağlayabilmektedir.

1.4. Literatür Taraması

Sabit kanatlı insansız hava araçları genel olarak rijit bir kanat, gövde ve kuyruk bileşeninden oluşur. Genel olarak elektrik motoru kullanılan bu insansız hava araçları ile arama-kurtarma, keşif-gözlem görevleri gibi çok çeşitli ortamlarda gerçekleştirilebilir.

İrem Türk (2020) yayınladığı yüksek lisans tezinde tek motorlu, güneş enerjili insansız hava aracının kavramsal, ön ve detay tasarımını anlatmıştır. Çalışmasında tasarım için dünyada yaygın olarak kullanılan yöntem ve kaynakları benimsemiştir. Hesaplanan performans parametrelerinin değerlendirerek uçuş sürelerini bulmuştur. [8]

Serkan Özgen (2002) yayınladığı makalesinde iki adet tek motorlu, pervaneli hafif uçağın aerodinamik tasarımı ve sertifikasyonunu anlatmıştır. Çalışmasında tasarımları karşılaştırılarak yeni bir tasarım oluşturmuştur. Hesaplanan performans ve uçuş parametrelerinin sonrasında yapılan uçuş testlerinde birbirine benzer sonuçlar elde edilmiştir. [1]

Bei Liu ve Yang Yi (2020) yayınladığı makalesinde insansız hava araçları için sinir ağı tabanlı anti-bozucu izleme kontrol ünitesi üzerinde çalışılmıştır. Sinir ağı modeline dayalı olarak PI tipi kontrolcü ile tasarlanmıştır. [10]

Ayetül Gelen ve Emre Tüfekçioğlu (2020) yayınladığı makalesinde Li-Po piller için şarj ve dengeleyici devre sarımı üzerinde çalışılmıştır. Çalışmada Li-PO piller için ekonomik bir modül tasarlanmıştır. [6]

Yüksel Korkmaz (2016) çalışmasında geçmişten günümüze insansız hava araçlarının gelişimi üzerinde durmuştur. Çalışmada İHA' ları sınıflandırmış, kullanılan teçhizatları incelemiş, İHA' ların testlerini açıklamış, avantaj ve dezavantajlarını karşılaştırmış ve geleceğe dönük tahminler yürütmüştür. [2]

Saad Javed ve ekibi (2020) yayınladığı çalışmada bir mini insansız hava aracının tasarımı ve analizi ele alınmıştır. Ansys paket programını kullanarak analizi yapılmış ve tasarımlarının fiziksel özellikleri paylaşılmıştır. [11]

Ersin Akşar ve Serdar Selim (2018) yayınladığı makalesinde insansız hava araçlarındaki kanat tasarımının uçuş süresine, kalkış hızına ve manevra kabiliyeti etkileri üzerinde durmuştur. Çalışmada XFLR5 SD7080 kanat profilini farklı Reynold sayılarındaki performansı ölçülmüştür. [5]

Mert Gökdemir ve Satılmış Ürgün(2020) yayınladıkları makalede birbirine yakın kamburluklara sahip dört kanat profili üzerinde durmuştur. Çalışmayı Ansys Fluent üzerinden AG35, NACA 4412, NACA 23012 ve TL 54 kanat profillerini kullanarak yapılmıştır. [3]

Hakan Darak ve Durmuş Sinan Körpe (2017) yayınladıkları makalede deniz seviyesinde uçuş yapan bir hava aracının kanat profilinin optimizasyonu üzerinde durulmuştur. Çalışmada MATLAB ve Xfoil paket programları ile sürükleme katsayısını minimize etmeye çalışılmıştır. [4]

Ertuğrul Çetinsoy ve ekibi (2018) yayınladıkları çalışmada dört-döner rotoru ile helikopter gibi dikey kalkış ve iniş yapabilen aynı zamanda da uçak gibi uzun menzil yatay uçuş kabiliyetine sahip yeni bir insansız hava aracının mekanik ve aerodinamik tasarımı üzerinde durulmuştur. Çalışmada seçilen donanımlar test edilmiştir. Yapılan çalışmada Ansys, JavaFoil ve Solidworks kullanılmıştır.[7]

2.YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. İnsansız Hava Aracı Tasarımı

Uçağım tüm parçaları Solidworks hazır paket programı ile tasarlanmıştır. Tasarımda yapı malzemesi olarak PVC boru ve köpük kullanıldı.



Şekil 8. Yapı Malzemeleri

2.2 Gövde Yapımı

Ana gövdemiz olan ve şekil 9 da görülen PVC borunun üzerine istenilen parçalar yerleştirilecektir. Üretilmesi gereken parçalar öncelikle şekil 9 da görüldüğü gibi bıçak yardımıyla istenilen şekle kesildi.



Şekil 9. Bıçak ile Kesme İşlemi

Kesim işleminin bitmesinin ardından şekil 10 da görüldüğü gibi tel ile kesme işlemi uygulandı.



Şekil 10. Tel ile Kesme İşlemi

Tel ile kesme işlemi tamamlanmasının ardından yüzeyler zımparalama yöntemiyle pürüzsüzleştirilerek yüzey katsayıları iyileştirildi.



Şekil 11. Zımparalama İşlemi

Gövdenin yapımının bitmesinin ardından şekil 12 deki gibi ölçüldü ve bulunan ağırlığa göre tahmin edilen ağırlık iyileştirilerek hesaplamalar yapıldı.



Şekil 12. Ağırlık Ölçümü

Yapılan ağırlık ölçümlerinde ilk tahmin edilen ağırlığa göre gövde ağırlığı daha düşük çıktı. Ağırlığın daha düşük çıkmasından ötürü gerekli hesaplamalar tekrarlandı. Yapılan hesaplamalara göre gövdenin kısılmasından dolayı PVC boru kesilerek kısaltıldı.

2.3 Kanat Yapımı

Kanat sadece tel ile kesme işlemi uygulanarak üretimi yapıldı ve ardından zımparalanarak yüzeyleri pürüzsüzleştirildi.



Şekil 13. Kanadın Tel ile Kesimi

Kanat yapımı tamamlandıktan sonra kanat yapısının güçlendirilmesi için aerodinamik merkezinden karbon fiber boru geçirilerek kanat mukavemeti güçlendirildi.



Şekil 14. Kanada Karbon Fiber Boru Geçirilmesi

2.4 Sistemin Test Edilmesi

Alınan motor ve pil 2. El olarak satın alındığı için teste tutulması gerekmektedir. Motor sistemi bir tahtanın ucuna bağlanarak kaldırması gereken ağırlık göz önüne alındı ve ağırlık bağlandı ancak motorun gerekli ağırlığı kaldıramadığı görüldü. Uygulanan ağırlıklar değiştirilerek motorun kaldırabildiği ağırlık tespit edildi ve motordaki güç kaybı bulundu. Gerekli itkiyi sağlayabilmek için pervane motor sınırları içerisinde değiştirildi.

Pil ise multimetre yardımıyla test edilerek herhangi bir kayıp olmadığı ve iyi durumda olduğu tespit edildi.

2.5 Montaj

Öncelikle motor, sürücü kartı ve pil arasında bağlantı oluşturulabilmesi için şekil 14 de görüldüğü gibi gerekli yerlere delikler açıldı.



Şekil 15. Gövde

2.5.1 Motor Montajı

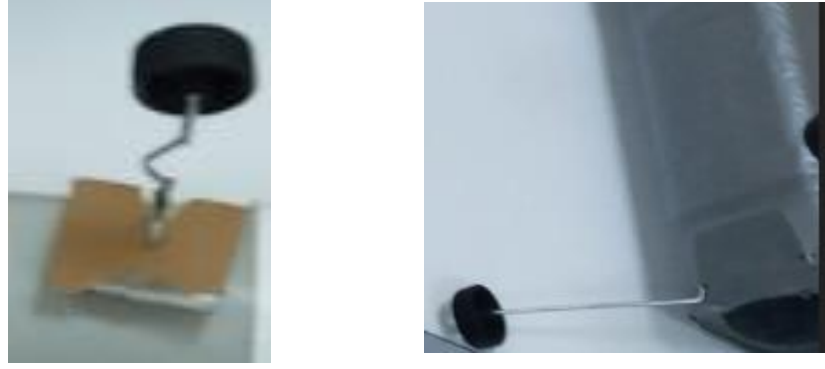
Şekil 15 de görüldüğü gibi atık malzemelerden motor için yuva yapıldı. Motorun yuvada sabit kalabilmesi için silikonlama yapıldı ve ardında vida yardımıyla sabitlendi.



Şekil 16. Montajı Tamamlanmış Motor

2.5.2. İniş Takımının Montajı

İniş takımları epoksi yardımıyla yapıştırılarak yapı bandı ile güçlendirildi.



Şekil 17. Montajı Tamamlanmış İniş Takımı

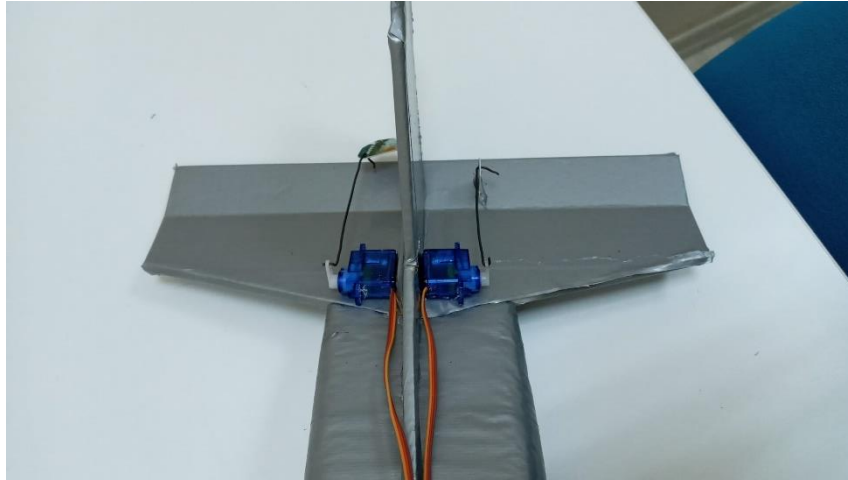
2.5.3. Kanadın ve Kuyruğun Montajı

Kanat birden fazla kelepçe yardımıyla sabitlendi. Kelepçelerin sabitlenebilmesi için kelepçelerin bağlanacağı yerin altına tahta parçası epoksi yardımıyla yapıştırıldı. Böylelikle kanadın titreşmesi engellendi. Kanadımızın gövdeye direk olarak vida veya epoksi ile sabitlenmemesinin sebebi istenilen eğitim tarzına göre kanadın ileride kullanılacağı alana göre kolaylıkla değiştirilebilmesini istememizdir.



Şekil 18. Kanat Montajı

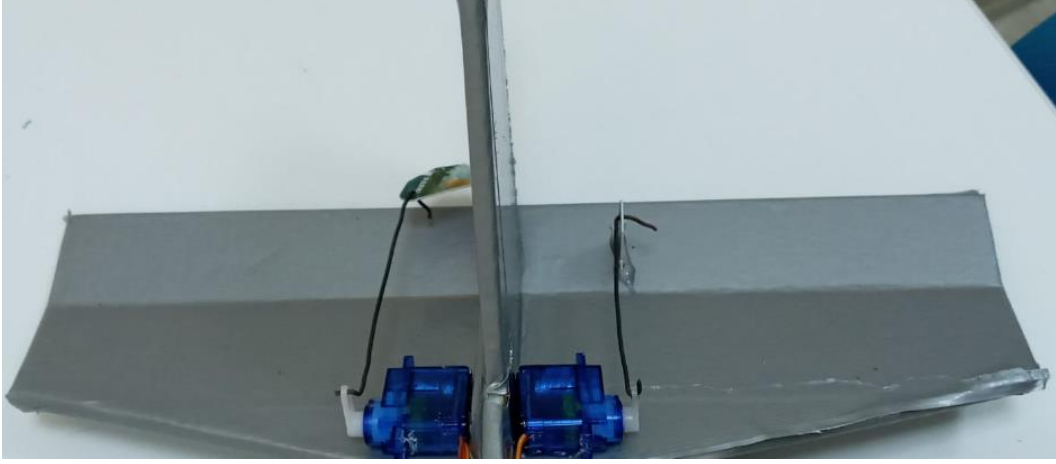
Kuyruk istenilen açıyla yerleştirildikten sonra epoksi ve silikon yardımıyla sabitlendi.



Şekil 19. Montajı Tamamlanmış Kuyruk

2.5.4 Servo Motorların Montajı

Servo motorlar kanat ve kuyruğun üzerine hava akışını bozmayacak şekilde silikon yardımıyla sabitlendi ve servo motorların telleri bağlandı.



Şekil 20. Montajı Tamamlanmış Servo Motorlar

2.5.5 Elektronik Sistemin Yerleştirilmesi

Hesaplanan ağırlık merkezine göre aerodinamik merkezin biraz önünde tutulması için uçuş kartının ve pilin yerleştirilmesi gereken bölge belirlendi. Pilin ve uçuş kartının yerleştirileceği bölgenin belirlenmesinin ardından yerlerine kelepçelenebilmeleri için delikler açılarak kelepçelendi.

2.5.6. Kanatçık Yapımı ve Montajı

İzolasyon köpüğü direnç teli ile kesilerek istenilen şekil verildi ve ardından zımparalanarak kanatçıklar üretildi. Kanatla kanatçık arasındaki bağlantı silikon ile yapıldı ve ardından yapışkan bantı kullanarak güçlendirildi.

2.5. Kütle Merkezinin Belirlenmesi

Ağırlık merkezinin belirlenmesi için araç tahmin edilen ağırlık merkezinden ip yardımıyla yüksek bir yerden bağlandı ve dengede kalması sağlandı ve gerçek kütle merkezinin konumu bulundu. Bulunan kütle merkezi tahmin edilen kütle merkezine çok yakın olduğu ortaya ıktı.

3.BULGULAR

Yapılan hesaplamalardan sonra insansız hava aracının boyutları, kanat tipi ve uçabilmesi için gerekli motor gücü gibi değerler belirlendi. Belirlenen parametreler doğrultusunda kullanılabilir elemanlar seçildi.

Yapılan hesaplamalar sonucunda boyutlar belirlendi ve ardından en ucuz ve güvenli uçuşu sağlayabilecek kanat, kuyruk ve gövdenin seçimi yapıldı. Gövdede kullanılabilir malzemenin seçimi yapılırken öncelikle istenen mukavemet değerlerine dikkat edildi ve ardından fiyat da göz önünde bulundurularak seçilebilecek malzemeler listesi ortaya koyuldu. Seçilen malzemeler listesi arasından şekillendirilmesi en kolay olan malzemeler seçildi.

Gövde ve kanatların dayanımını arttırmak ve olumsuz hava koşullarından daha az etkilenmesini sağlamak için üzerleri karbon destekli yapı bandı ile kaplanmıştır. Kullanılacak olan yazılım kumanda sistemi ile hazır olarak temin edilmiştir.

3.1. Performans Testi

E-Calc programı yardımıyla yapılan performans testleri EK-1 de verilmiştir. Kullandığımız programda sahip olduğumuz motora ait veriler bulunmadığı için benzer bir motor kullanılmıştır.

4. TARTIŞMA

Son yıllarda gelişen teknoloji ile insansız hava aracı sistemlerinin kullanımı giderek artmakta ve tüm ülkelerde askeri bakımdan oldukça önem verilmekte ve büyük bütçeler harcandığı bilinmektedir. Tasarımımızı ortaya koyarken ülkemizde giriş seviyesi sabit kanatlı insansız hava aracı bulunmadığını ve bu cihazların yurtdışından getirilmesinin maliyetli olduğunu saptandı, bu hususu da göz önünde tutarak maddi olarak ucuz fakat performans iyi ve kolay uçuş sağlayabilecek malzemeler kullandık.

Yapılan insansız hava aracının her hava aracında olduğu gibi öncelikle hafif olması amaçlanmıştır. Hesaplardan elde edilen verilere ve kullanılan malzemelere bakıldığında ortaya konulan aracın oldukça hafif olduğu görülebilmektedir. Fakat düşük görev yüksekliği ve bataryanın zayıf oluşundan ötürü görev yarıçapı ve görev süresi düşüktür.

İnsansız hava aracında motor olarak fırçasız dc motoru ve enerji için lipo batarya kullanıldığından herhangi bir yakıt kullanımı gerektirmemektedir bu nedenden ötür çevre kirliliği oluşturmamakla birlikte lipo bataryanın tekrar şarj edilebilme özelliği büyük avantaj sağlamaktadır.

Genel olarak bakıldığında yapılan insansız hava aracı tasarımının kanadı, motoru ve pil gibi malzemelerinin kolaylıkla değiştirilebilir oluşu istenilen uçuş tarzı ve eğitim koşullarına ayarlatılabilmekte ve kullanıcının olabildiğince fazla deneyim elde etmesini sağlamaktadır.

5. SONUÇLAR

Projenin temel amacı, meraklıların ulaşabileceği, giriş seviyesinde eğitim amaçlı sabit kanatlı insansız hava aracı tasarımı ortaya koymaktır. Sabit kanatlı insansız hava araçları ülkemizde yaygın olmayışı ve fiyat bakımından da oldukça yüksek oluşları göz önünde bulundurularak tasarım bakımından ucuz ve kullanımı kolay bir sabit kanatlı İHA tasarımı ortaya koymak amaçlandı. Sivil toplum tarafından kullanılması amaçlandığı için bakım, temizlik ve parça değiştirme kolaylığı da göz önünde bulundurularak bu bakımdan da herhangi bir tecrübesi olmayan bir birey tarafından bile kolaylıkla işlem yapılabilmesi için tasarım ortaya konuldu.

Ülkemizde küçük çaplı insansız hava araçları için parça üretilmeyişi ve gümrük vergilerinin yüksek oluşundan ötürü yurtdışındaki rakiplere nazaran daha yüksek fiyatlı olsa da yurt içerisindeki sabit kanatlı insansız hava araçlarına nazaran daha ucuz ve kullanması kolay bir sistem ortaya konuldu.

6. ÖNERİLER

Bu çalışmada üretim maliyeti düşük, kolay üretilebilir, kendi bilgimiz dahilinde başlatılmıştır. İhtiyaçlar doğrultusunda imalat sürecine girmeden kararlılık kontrolü yapılmalı, ağırlık tahmini yeniden gözden geçirilmeli, malzemelerin kalite ve mukavemetlerine göre tasarım yeniden gözden geçirilmeli ve tecrübe sahibi öğrencilerden veya akademisyenlerden tavsiye ve fikir alınması gerekmektedir. Tasarımın yapım aşamasında katsayılar olabildiğince yüksek alındığı ve gerektiği yerlerde üzerlerine emniyet payları koyulduğundan dolayı oldukça güvenlidir. Yapılan çalışmada malzemelerin kolaylıkla değiştirilmesi amaçlanmıştır ancak bunun bir sınırı olduğu ortadadır bu sınırları göz önünde bulundurarak yapılabilecek değişikliklere göre malzeme listesi tablosu oluşturulmalıdır.

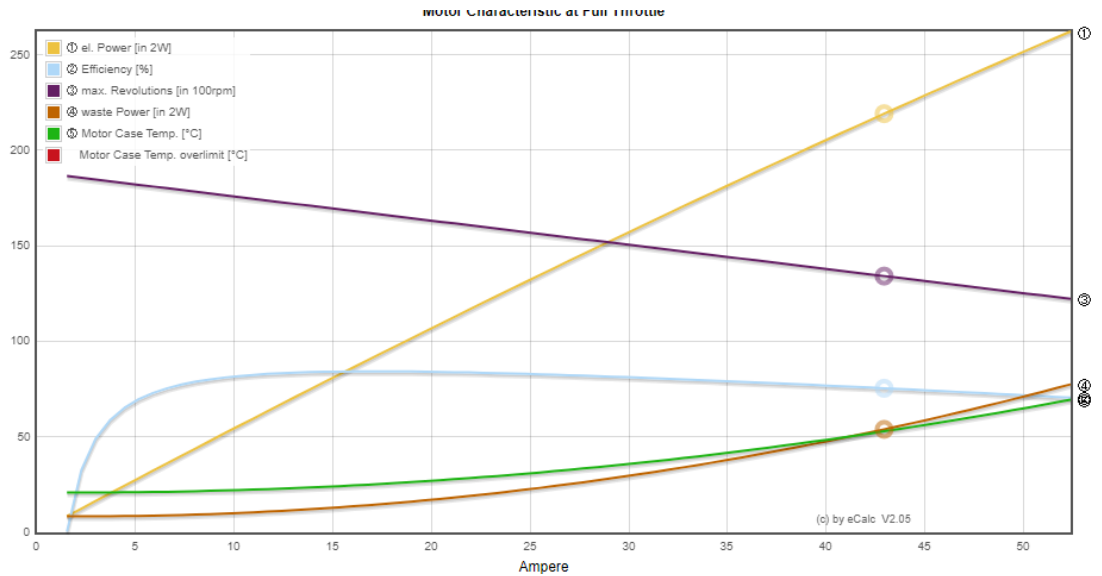
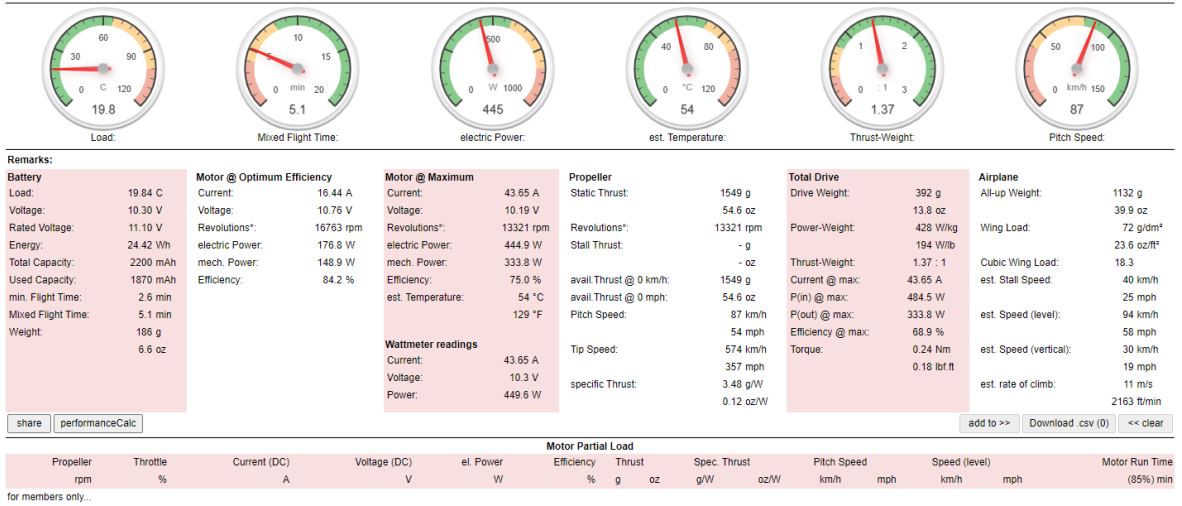
7. KAYNAKÇA

1. Özgen S., Güventürk A.B., Altın Kanatlar Projesi Kapsamında İki Adet Hafif Uçağın Tasarımı ve Sertifikasyonu, Makina Tasarımı ve İmalat Dergisi, cilt4,sayı 4, syf 201-212, Kasım 2002
2. Korkmaz Y., İyibilgin O., Fındık F., Geçmişten Günümüze İnsansız Hava Araçlarının Gelişimi, SAÜ Fen Bil Der 20, cilt 2, sayı, syf 103-109, Kasım 2016
3. Gökdemir M., Ürgün S., Benzer Kamburluğa Sahip Kanat Profillerinin Aerodinamik Analizi, Journal of Aviation, cilt 4, sayı 2, syf 25-35, Aralık 2020
4. Darak H., Körpe D.S., Düz Uçuş için Kanat Profili Eniyilemesi, Journal of Aviation, cilt 1, sayı 2, syf 107-119, Kasım 2017
5. Akşar E., Selim S., Sabit Kanatlı İnsansız Hava Araçlarında (İHA) Kanat Tasarımının Uçuş Süresi, Manevra Kabiliyeti, Kalkış Hızı (Vstall) Üzerine Etkilerinin Araştırılması VII. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2018),Eylül 2018, Eskişehir
6. Gelen A., Tüfekçioğlu E., Lityum-Polimer Piller için Şarj ve Dengeleyici Devre Tasarımı, Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, cilt 13, sayı 2 , syf 839-846, Ağustos 2020
7. Çetinsoy E., Öner K.T., Kandemir İ., Akşit M.F., Ünel M., Gülez K., Yeni Bir İnsansız Hava Aracının (SUAVi) Mekanik ve Aerodinamik Tasarımı
8. İrem Türk (2020) , Güneş Enerjili İnsansız Hava Aracı Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Eskişehir

9. Önder Karagöz (2011), Mini İnsansız Hava Aracı Tasarımı ve Üretimi, Yüksel Lisans Tezi, Hava Harp Okulu Komutanlığı Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul
10. Bei Liu , Yang Yi, Anti-disturbance Control for Unmanned Aerial Vehicles with NN Modeling, International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, cilt 9, sayı 1, Ocak 2020
11. Javed S., Tariq H., Hussain N., Javed A., Design, Analysis and Development of a Miniature Unmanned Aerial Vehicle ,17th International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technology (IBCAST), Ocak 2020, İslamabad
12. John D. Anderson, J. 1999. Aircraft Performance and Design
13. Raymer, D., 2006. Aircraft Design: A Conceptual Approach Fourth Edition. AIAA Education Series,838 s.,USA.
14. Ngo Khanh Hieu and Huynh Thien Loc Aifoil selection for fixed wing of small unmanned aerial vehicles
15. Stinton, D., The Design of the Aeroplane, 1985
16. M. Nita, D. Scholz. Hamburg University of Applied Sciences. Aero-Aircraft Design and Systems Group. Berliner Tor 9, 20099 Hamburg, Germany.
17. UIUC Airfoil Data Site – UIUC Applied Aerodynamics Group

8.EKLER

EK-1: E-Calc Performans Değerleri



EK-2: Yapılan Tasarım



EK-3 Özgeçmiş

İsim-Soyisim : Emre Üçüncü
Telefon : 05344890044
E-Posta : ucuncu1998@hotmail.com
Doğum Tarihi : 11.01.1998
Doğum Yeri : Köprübaşı/Trabzon

EĞİTİM

2016- Halen Karadeniz Teknik Üniversitesi-Makine Mühendisliği, Trabzon
2011-2015 Hasan Sadri Yetmişbir Anadolu Lisesi, Sürmene/Trabzon

İŞ DENEYİMİ

Stajyer : DHMİ Trabzon Havalimanı , Trabzon

YABANCI DİL

İngilizce-Orta Seviye

BECERİLER

ANSYS APDL-Orta Seviye
SOLIDWORKS-İyi Seviye
MATLAB-Orta Seviye
Ofis Programları-Orta Seviye

HOBİLER

Satranç, internet, kitap

EK-4 Özgeçmiş

İsim-Soyisim : Berkant Özkılıç
Telefon : 05544133671
E-Posta : oz_kilinc@hotmail.com
Doğum Tarihi : 01.01.1999
Doğum Yeri : Muratpaşa/Antalya

EĞİTİM

2016- Halen Karadeniz Teknik Üniversitesi-Makine Mühendisliği, Trabzon
2011-2015 Karatay Anadolu Lisesi, Kepez/Antalya

İŞ DENEYİMİ

Stajyer : Kristal Endüstriyel Mutfak Çamaşırhana Makine Pazarlama Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi, Organize Sanayi/Antalya

YABANCI DİL

İngilizce-İyi Seviye

BECERİLER

AUTOCAD-İyi Seviye
SOLIDWORKS-İyi Seviye
MATLAB-Orta Seviye
Ofis Programları-Orta Seviye

HOBİLER

Serbest dalış, yüzme, video oyunları, fizik

EK-5 Özgeçmiş

İsim-Soyisim : Deniz Çelik
Telefon : 05447398621
E-Posta : celydeny@gmail.com
Doğum Tarihi : 15.08.1997
Doğum Yeri : Haymana/Ankara

EĞİTİM

2016- Halen Karadeniz Teknik Üniversitesi-Makine Mühendisliği, Trabzon
2011-2015 Polatlı Mesleki ve Anadolu Teknik Lisesi, Polatlı/Ankara

İŞ DENEYİMİ

Stajyer : Orta doğu rulman sanayi A.Ş., Ankara

YABANCI DİL

İngilizce-Orta Seviye

Rusça-A1 Seviye

BECERİLER

ANSYS APDL-Orta Seviye

SOLIDWORKS-İyi Seviye

MATLAB-Orta Seviye

Ofis Programları-Orta Seviye

HOBİLER

Okçuluk, satranç, dart, kitap, kort tenisi, voleybol