

T.C.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

GÜNEŞ ENERJİSİYLE ÇALIŞAN KARGO AMAÇLI

İNSANSIZ HAVA ARACI PROJESİ

BİTİRME PROJESİ

Mehmet Ayberk ÇETİNKAYA

Doğukan KOLCU

Berkay DEMİRKAYA

Cemal GÜNEY

Burak ERDOĞAN

(II. ÖĞRETİM)

HAZİRAN 2021

TRABZON

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

GÜNEŞ ENERJİSİYLE ÇALIŞAN KARGO AMAÇLI
İNSANSIZ HAVA ARACI PROJESİ

Mehmet Ayberk ÇETİNKAYA 365002

Doğukan KOLCU 364914

Berkay DEMİRKAYA 364924

Cemal GÜNEY 377436

Burak ERDOĞAN 364984

(II. ÖĞRETİM)

Danışman : Dr.Öğr.Üyesi CEVDET DEMİRTAŞ

Bölüm Başkanı:Prof.Dr.BURHAN ÇUHADAROĞLU

HAZİRAN 2021

TRABZON

ÖNSÖZ

Bu bitirme çalışmasında güneş enerjili kargo amaçlı insansız hava araçlarının tarihi süreci, amacı, avantajları, çalışma prensipleri, aerodinamik yapısı incelenerek XFLR5, SOLIDWORKS programında bir insansız hava aracı tasarlanmış olup CorelDRAW ve ArtCAM programlarında tasarlanan çizimler düzenlenip MACH3 CNC programı yardımıyla 3 eksenli ısıtın tel tezgahı yardımıyla parçalar kesilip tasarımı yapılan güneş enerjisiyle çalışan insansız hava aracının prototipinin montajı gerçekleştirilmiştir.

Bu projenin yapım aşamasında bize yol gösteren değerli hocamız Dr. Öğr. Üyesi Cevdet DEMİRTAŞ'a çok teşekkür ederiz.

Mehmet Ayberk ÇETİNKAYA

Berkay DEMİRKAYA

Burak ERDOĞAN

Doğukan KOLCU

Cemal GÜNEY

TRABZON 2021

İÇİNDEKİLER

SAYFA NUMARASI

ÖNSÖZ.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLOLAR DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. Sınıflandırma.....	1
1.2. Literatür Taraması.....	2
1.2.1. Güneş Enerjisiyle Çalışan İnsansız Hava Araçları.....	3
1.2.2. Kargo Amaçlı Çalışan İnsansız Hava Araçları.....	4
1.2.3. Türkiye'nin İnsansız Hava Aracı Süreci.....	5
1.2.4. Ağırlık Sınıflandırılması.....	7
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	9
3. BULGULAR.....	22
4. TARTIŞMA.....	23
5.SONUÇLAR.	24
6. ÖNERİLER.....	25
7. KAYNAKLAR.....	26
8. EKLER.....	27
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLİ KARGO AMAÇLI İHA TASARIMI

Günümüzde helikopter, savaş uçağı, balon, planör olarak üretilebilen insansız hava araçları çok kullanılan ve tercih edilen araçlar haline gelmiştir. Bu çalışmada Trabzon şartlarında gündüz uzun süreli uçuş yapabilecek yaklaşık 1,4 metre kanat açıklığına sahip bir güneş enerjili kargo amaçlı insansız hava aracı tasarımı yapılacaktır. Bu İHA uzun süreli uçuş için güneş hücrelerinden yararlanacak, itiş kuvvetini elektrik motorundan sağlayacak ve enerjisini de bir bataryada biriktirecektir.

Proje, elektrik motoru ve güneş hücrelerine sahip olan bir İHA tasarımı olduğundan, klasik uçak tasarım metodolojilerinden yararlanılmamıştır. Bu yüzden İHA' nın kanat tasarımından yola çıkılarak, İHA' nın basit bir şekilde imalat edilebilmesini de sağlayan özgün bir tasarım tercih edilmiştir ve uçağın geri kalanı, uçağın kanadı temel alınarak tasarlanmıştır. Tasarım sürecinde SOLIDWORKS ve XFLR5 programları kullanılmıştır.

Tasarımı tamamlanan uçağın XPS köpük malzemesi kullanılarak CorelDRAW, ArtCAM, MACH3 CNC programları kullanılarak yapılan çizimler programlara uygulanarak, 3 eksenli ısıtmalı tel tezgahı kullanılarak parça parça kesilmiştir. Kesilen parçalar daha sonrasında tasarlanan uçak teknik resmine uygun bir şekilde montajı yapıp lipo pil, motor, ESC, kumanda alıcısı uçağın teknik resmine uygun şekilde konumlandırılmıştır.

Anahtar Sözcükler : CorelDRAW, MACH3 CNC, ArtCAM, XPS köpük

SUMMARY

SOLAR ENERGY SYSTEM UAV DESIGN FOR CARGO PURPOSE

Today, unmanned aerial vehicles that can be produced as helicopters, warplanes, balloons and gliders have become the most used and preferred vehicles. In this study, a solar powered cargo-purpose unmanned aerial vehicle with a wingspan of approximately 1.4 meters will be designed, which can make long-term flights during the day in Trabzon conditions. This UAV will benefit from solar cells for long-term flight, provide the propulsion from the electric motor and store its energy in a battery.

Since the project is a UAV design with electric motor and solar cells, classical aircraft design methodologies were not used. Therefore, starting from the wing design of the UAV, a unique design was preferred that also allows the UAV to be manufactured in a simple way, and the rest of the aircraft was designed based on the wing of the aircraft. SOLIDWORKS and XFLR5 programs were used during the design process.

The drawings made using XPS foam material of the aircraft, the design of which was completed, were applied to the programs using the drawings made using CorelDRAW, ArtCAM, MACH3 CNC programs, and they were cut piece by piece using a 3-axis heated wire workbench. The cut parts were then assembled in accordance with the designed aircraft technical drawing, lipo battery, motor, ESC, the control receiver is positioned in accordance with the technical drawing of the aircraft.

Keywords : CorelDRAW, MACH3 CNC, ArtCAM, XPS foam

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL 1.1. İHA kategorilerinin ağırlık, yükselti ve kullanım Alanlarına göre sınıflandırılması.....	2
ŞEKİL 1.2. Solar Impulse 1.....	3
ŞEKİL 1.3. Sky-Sailor.....	4
ŞEKİL 1.4. Kargo Amaçlı Çalışan İnsansız Hava Aracı.....	4
ŞEKİL 1.5. Bayraktar Mini İHA Tasarımı.....	6
ŞEKİL1.6. Kargo Amaçlı Dikey İniş Kalkış Yapan İHA.....	7
ŞEKİL 2.1. CorelDRAW.....	10
ŞEKİL 2.2. MACH3 - CNC.....	11
ŞEKİL2.3. Üç Eksenli Isıtmalı Tel Kesim Tezgahı.....	11
ŞEKİL 2.4. Kesim Aşamasındaki Parça - 1.....	12
ŞEKİL 2.5. Kesim Aşamasındaki Parça - 2.....	12
ŞEKİL 2.6. Kesimden Çıkan Parçaların Birleşmiş Görünümü.....	13
ŞEKİL 2.7. S8052 Kanat Yandan Görünüşü.....	13
ŞEKİL 2.8. Gövde Montajı - 1.....	14
ŞEKİL 2.9. Gövde Montajı - 2.....	14
ŞEKİL 2.10. Kuyruk Montajı.....	15
ŞEKİL 2.11. Kuyruk - Gövde Montajı.....	16
ŞEKİL 2.12. Montaj Fotoğrafları - 1.....	16
ŞEKİL 2.13. Montaj Fotoğrafları - 2.....	17
ŞEKİL 2.14. Montaj Fotoğrafları - 3.....	18

ŞEKİL 2.15. Montaj Fotoğrafları - 4.....	19
ŞEKİL 2.16. Montaj Son Durumu.....	20
ŞEKİL 2.17. Tasarımın Son Durumu - 1.....	21
ŞEKİL 2.18. Tasarımın Son Durumu - 2.....	21
ŞEKİL 8.1. Prototip - 1.....	27
ŞEKİL 8.2. Prototip - 2.....	28
ŞEKİL 8.3. Gövde Teknik Resmi.....	29
ŞEKİL 8.4. Kanat Teknik Resmi.....	29
ŞEKİL 8.5. S8052 Kanat Yan Görünüş.....	30

TABLÖLAR DİZİNİ

TABLO 1.1 Ağırık Bazlı İHA Sınıflandırılması.....	7
TABLO 8.1. Maliyet Tablosu.....	30

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsansız hava araçları, farklı amaç ve kapsam görevleri gerçekleştirmek amacıyla tasarlanmış olup, kullanılan batarya tiplerine bağlı olarak uçuş zamanı değişen cihazlardır. Standart kumanda ile 2.5km uçuş menziline sahip olan bu cihazlar, daha gelişmiş kumanda sistemlerinin kullanılması ile 20 km uçuş menziline ulaşabilmektedir. Ancak uydu sistemlerinin kullanılması ile İHA'ların uçuş menzilleri, uydu sinyallerinin alınabildiği her yerde mesafe sınırı olmaksızın artırılabilir. Uydu aracılığı ile kumanda edilmesi durumunda karşımıza çıkan en büyük engel, batarya ile uçuş süresinin yetersizliğidir. Günümüzde çalışan hava araçlarının gelişimi son 20 yıla dayanmaktadır. Gelişen teknoloji ve taleplere bağlı olarak İHA'ların gelişimi hızlanmış ve farklı görev ve amaçları gerçekleştirecek birçok çalışma yapılmıştır.

1.1.1. Sınıflandırma

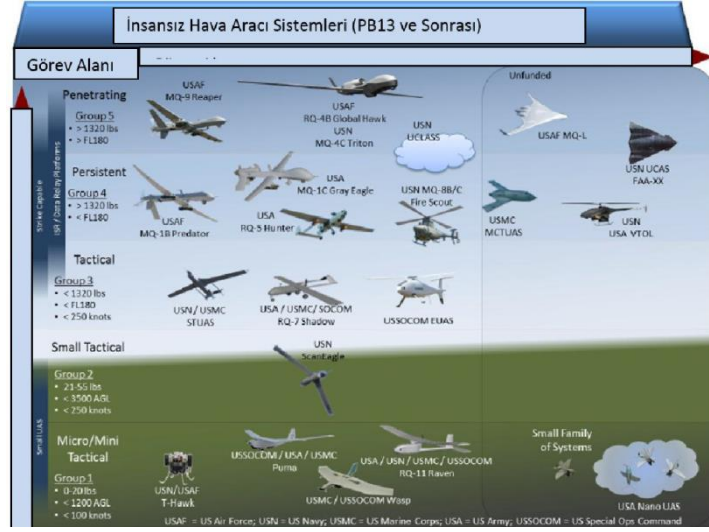
İHA araçlarının çıkış amaçları askeri alanlardaki ihtiyaçlardan kaynaklanmakla birlikte günümüzde sivil alanlarda da yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Sivil alanda kullanılan İHA'lar, sosyal alanlarda kullanılmalarının yanı sıra, eğlence amaçlı olarak da hızlı bir şekilde yaygınlaşmıştır. İHA'lar anlatılanlara bakılarak iki bölümde incelemiştir.

a. Askeri İHA

- **Hedef ve Yem** : Düşman hava savunma veya savaş uçaklarına karşı yem olarak kullanılarak hedef belirlemede yardımcı olan araçlardır.
- **Keşif ve Gözetleme** : Düşmana ait cephe bilgilerini toplayan araçlardır.
- **Çatışma** : Yüksek riskli görevlerde kullanılan saldırı kapasitesine sahip araçlardır.

b. Sivil İHA

- Lojistik – Kargo ve lojistik destek amaçlı kullanılan araçlar.
- Araştırma ve geliştirme, gelecekte kullanılmak amacıyla farklı İHA teknolojilerinin denendiği araçlar
- Sivil ve ticari amaçlar için kullanılan araçlar
- Eğlence amaçlı kullanılan araçlar.[1]



ŞEKİL 1.1. İHA kategorilerinin ağırlık, yükselti ve kullanım alanlarına göre sınıflandırılması

Biz yapacağımız bu çalışmada güneş enerjisiyle çalışan kargo amaçlı insansız hava aracı (İHA) araştırmasını yapıp gerekli hesaplamalarla birlikte tasarımını ele alacağız.

1.2. Literatür Taraması

Uzaktan kumanda edilebilen veya bir uçuş planı boyunca otomatik olarak hareket eden hava aracı İHA, birçok alanda aktif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Türkiye ise bu İHA' ları üreten 8 ülke arasında yer alıyor. İlk olarak 1982 yılında İsrail tarafından kullanılan İHA'lar daha sonradan ABD tarafından Hunter ve Pioneer programları ile kullanıma sokulmaya başlandı. Sonrasında teknolojinin gelişmesi havada en güvenilir şekilde kalabilen "İnsansız Hava Araçları"nın kullanım alanları da arttırıldı.

İnsansız hava araçlarının kullanım alanları;

- Gözetleme
- Keşif
- İmha gibi askeri amaçlar
- Kargo (taşımacılık)
- Zirai ilaçlama
- Kamera çekimi
- Yangın söndürme

Bizim araştırma yapacağımız alan ise kargo amaçlı kısım olacaktır.

1.2.1. Güneş Enerjisiyle Çalışan İnsansız Hava Araçları:

30 Haziran 1957’ de, İngiliz Albayı H.J.Taplin ilk resmi elektrik ile çalışan radyo kontrollü uçuşu modeli “ Radio Queen ” ile gerçekleştirmiştir. Bu model sabit mıknatıslı bir motora ve gümüş –çinko bataryaya sahipti. Bir Alman öncüsü olan Fred Militky’ nin deneyimlerinden 3 yıl önce ilk güneş pili Bell Telefon laboratuvarında üretildi. İlk olarak %4 verime sahip güneş pilleri kısa sürede geliştirilerek %11 verime yükseltildi.

Solar Impulse projesi dünya genelinde temiz enerji kaynakları hakkında farkındalık yaratmak için gerçekleştirilmiş olan ve tamamen güneş enerjisiyle çalışan bir uçak üretmeyi amaçlayan bir projedir. Proje İsveçli iş adamı Andre Borschberg ile Bernand Piccard tarafından gerçekleştirilmiştir.

Solar Impulse, hiç fosil yakıt kullanmadan dünya turu yapılması amaçlanmıştır. Bunun için ilk aşamada sadece güneş enerjisi ile uçabilecek olan bir uçak üretimine başlanılmış ve Solar Impulse 1 adı verilen projenin ilk uçağı üretilmiştir. Kanatlarda yer alan güneş enerjisi panelleri ile enerjisini elde eden uçağın daha fazla panel taşınması için geniş bir kanat açıklığına sahiptir. Uçağın kanat açıklığı 63.4 metredir. Saatte 70 km hızla hareket edebilen bu uçak 3 Aralık 2009 tarihinde ilk test uçuşunu gerçekleştirmiştir.



ŞEKİL 1.2. Solar Impulse 1

Haziran 2008’de Niederwil İsviçre’de doktora tezi çalışması olarak solar uçak tasarım metodolojisi oluşturan Andre Noth Un modeli Sky-Sailor yaklaşık 27 saatlik uçuşu güneş pillerinden ve termal rüzgarlardan yararlanarak gerçekleştirmiştir.[2]



ŞEKİL 1.3. Sky-Sailor

Uzun süreli uçuş için tasarlanacak insansız hava araçlarında enerji güneş enerjilerinden sağlanacaksa söz konusu güneş hücrelerinden elde edilen güç uçağın ihtiyaç duyduğu güce eşit ya da büyük olmalıdır. Diğer hallerde uçağın bataryalarındaki depolu enerji gittikçe azalacak ve uzun süreli uçuşa yetmesi için oldukça büyük bataryalar kullanılması gerekecektir.

1.2.2. Kargo Amaçlı Çalışan İnsansız Hava Aracı:

İHA' lar sahip oldukları özelliklere göre yük taşıma kapasitesine sahiptirler. Yükler en fazla ana gövde içerisinde bırakılan boşlukta taşınır. Helikopter şeklindeki bazı İHA' larda ise gövde altına takılarak taşınır. Uçak gövdeli İHA' larda gövde dışında yük taşıyabilir ancak bu sırada uçağın aerodinamik yapısının bozulmamasına özen gösterilmelidir. Bu gibi durumlarda genellikle gövde dışına takılan aerodinamik tüpler içerisinde yük taşınır.



ŞEKİL 1.4. Kargo Amaçlı Çalışan İnsansız Hava Aracı

1.2.3. Türkiye'nin İnsansız Hava Aracı Süreci

Türkiye, özellikle 1990' lı yılların başında terör olaylarının ardından bölgede İHA' ların çok önemli bir güç olacağını, bu teknoloji henüz çok yeniye anlaşılmış ender ülkelerden biri. Bu nedenle ülkemizde İHA sistemlerinin geliştirilmesi ve TSK envanterine girmesi yönündeki çalışmalara başladı.

Meggitt firması üretimi olan Banshee sistemi, ilk insansız hedef uçağı olarak 1989 yılında TSK tarafından kullanılmaya başlandı. 1993 yılında Almanya tarafından hibe edilen 5 adet Canadair firması üretimi CL-89 İHA' sıyla 1994 yılında uçuşlara başlandı. Fakat lojistik sıkıntılar ve kaza kırımlar nedeniyle sistem kısa süre içinde envanterden çıkarıldı.

Türk Havacılık ve Uzay Sanayii tarafından sırasıyla; İHA-X1 (1992), Turna- Keklik (1996), Pelikan-Martı(2003), Gözcü (2007), Öncü (2008), Şimşek (2012) ve en nihayetinde de ANKA insansız hava araçları geliştirildi. Ayrıca rotorlu İHA (2012) gibi çalışmalar da yapıldı.

1990 yılında TUSAŞ tarafından çalışması başlanılan İHA-X1 Şahit sistemi, ilk üretilen yerli İHA idi. 1992 yılında iki adet üretilmiş, ancak seri üretimi gerçekleşmemişti.

Türkiye'nin İHA geliştirme süreci ilk olarak 2004 yılında SSM ve TUSAŞ arasında imzalanan sözleşme ile başladı. Sonrasında büyük bir gelişme olarak 2009 yılında Bayraktar Blok A, ilk otomatik uçuş testini başarıyla tamamladı. Anka ise ilk test uçuşunu 2010 yılında 10 dakika havada kalarak gerçekleştirdi. Silahlı Bayraktar Taktik İHA da ilk başarılı atış testini 2015 yılında yaptı. Türkiye'deki İHA sürecini en güçlü haline getiren gelişme ise 2016 yılında Bayraktar'ın silahlı İHA olarak hizmete girmesi oldu.



ŞEKİL 1.5. Bayraktar Mini İHA Tasarımı

Türkiye'nin Yerli Üretim İnsansız Hava Araçları

- 1- Anka
- 2- Bayraktar
- 3- Karayel
- 4- Turna
- 5- Şimşek

Son zamanlarda ise gündemde olan kargo amaçlı insansız hava araçları gündemdedir. Kargo İHA sayesinde sahada güvenlik güçlerinin ihtiyaç duyacağı silah, mühimmat, tıbbi malzeme, teçhizat gibi ihtiyaçlar zorlu hava koşullarında bile çok kısa sürede ve güvenli şekilde ulaştırabilecek.

Bu kapsamda bir süre önce Dikey İniş Kalkışlı Kargo İHA Projesi başlatan SSB, 2020 hedefleri arasına Kargo İHA sözleşmesinin imzalanmasını koydu.

Ulaşımı zor olan bölgelere daha hızlı destek vermek için gerek kapalı gerekse askıda yük taşıyarak ileten insansız hava aracı üretileceği son zamanlarda gündemdedir.[3]



ŞEKİL 1.6. Kargo Amaçlı Dikey İniş Kalkış Yapan İHA

1.2.4. Ağırlık Sınıflandırması

İHA Sınıfı	Ağırlık	Açıklama
A	≤ 2 kg.	Oyuncak olabilir. Özel maksatlı üretim olabilir.
B1	2 kg. - 7 kg.	Eğlence ve hobi maksatlı
B2	7 kg. - 25 kg.	Video çekim, hobi kullanımı, model uçak
C	25 kg. - 35 kg.	Amazon firmasının tasarımı gibi küçük kargo faaliyeti
D	35 kg. - 150 kg.	Bilimsel kullanım, genel maksatlı kullanım
E	≥ 150 kg.	Yolcu taşımacılığı ve diğer sivil kullanımlar

TABLO 1.1. Ağırlık Bazlı İHA Sınıflandırması

İHA' lar ağırlıkları referans alınarak A, B, C, D ve E kategorilerine ayrılmışlardır. A kategorisi, 2 kg altında bir ağırlığa sahip olan ve genel itibarıyla oyuncak ve/veya özel maksatlı kullanımlara haiz İHA' lardan oluşmaktadır. Bu gruptaki İHA' lar için, "emniyet" başlığı içerisinde yer alan sertifikasyon, uçuşa elverişlilik, pilot lisansı ve temel uçuş eğitimi gereksinimi öngörülmektedir. Dolayısıyla bu İHA' ların herhangi bir düzenlemenin içeriğinde yer bulması beklenmemektedir. B kategorisindeki İHA' lar, B1 ve

B2 alt kategorisine ayrılmışlardır. Her ikisi içinde bir düzenlemenin konusu olmakla birlikte B1’de uçuşa elverişlilik aranmaz ve pilot lisansı gerekmezken B2’ de özel pilot lisansı ve ilave uçuş eğitimi gereklidir. Her ikisi de bir otoriteye kayıt olmalıdır ancak B1 yerel otorite (mülki amirlik) vasıtasıyla işlemlerini yaparken B2 izinleri merkezi otoriteye sağlanmalıdır.

B kategorisi İHA’ lar işletme üzerine değil de şahıs üzerine kaydedilmelidir. Başka bir deyişle B kategorisi İHA’ ların ruhsatları işletmeye değil şahsa verilmelidir. C kategorisi İHA’ ların bir ticari faaliyetin konusu olmaları sebebi ile işletim ruhsatları bir işletme vasıtasıyla olmalıdır. Ruhsatın ne maksatla alınacağı/verileceği ayrıca düzenlemenin konusu olmalıdır. Sigorta, vergi, yükümlülükler vb. tüm sorumluluklar işletmeye ait olmalıdır. C kategorisi İHA’ lar doğrudan bir hukuki düzenlemenin konusu olmalı ve uçuşa yönelik her türlü gereksinimin sağlanması takdirde uçuş izni olmalıdır. Merkezi otoritenin sorumluluğunda olmalı ve ayrıca yerel otoritelerce kontrollere tabi tutulmalıdır. D ve E kategorisi İHA’ lara normal uçaklarla aynı değerlendirilmelidir. Hisset/kaçın ve gör/görün yeteneği teknolojik olarak gerçekleşene kadar bu kategorideki İHA’ ların normal hava sahası yerine tahsis edilmiş hava sahasında uçmalarına devam edilmelidir.[4]

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

XFLR5 ve SOLİDWORKS programlarıyla tasarımı yapılan, montajına başlamak için parçaların kesimine başlanmıştır. Parçaları XPS köpük malzemesinden yapılmıştır.

Solidworks ortamında çizilen parçalar öncelikli olarak CoreIDRAW, ArtCAM programlarına uyarlanarak MACH3 CNC programları için ayarlanıp başlangıç kesim eksenleri 0,0,0 ayarlanarak kesimin nasıl uygulanacağını göstererek MACH3 CNC programına atılır. Program kendi içinde kesilecek olan parçanın her bir adımında kesilecek eksenleri belirler. Sadece uzunluğu girilmelidir ve tezgah üzerinde kesilecek olan blok eksen üzerine dikkatli bir şekilde konumlandırılmalıdır..

Kesim ısıman tel yardımıyla MACH3 CNC programındaki kesitler doğrultusunda kesim işlemi yapılır. Tel kalınlığı 2 mm' dir. Tel kalınlığını ve malzemenin erimesini göz önüne alarak tolerans payı bırakılır.

Kesimi biten parça dikkatli bir şekilde çıkarılıp kontrol amaçlı ölçülür.

- **CoreIDRAW:** CoreIDRAW hem vektörel tabanlı, hemde piksel tabanlı bir programdır. Farklı programa ihtiyaç duymadan vektörel çizimler yapabilir ve fotoğraflarınızı düzenleyebilirsiniz. Özellikle Matbaa, tabela, reklam, tekstil, lazer kesim, grafik tasarım ve daha bir çok alanda sıkça kullanılmaktadır.

SOLİDWORKS ortamında çizilen parçaları vektörel tabanlı çizime çevirip kesim yönünü ve nasıl ilerleyeceğini bu programda ayarlıyoruz.

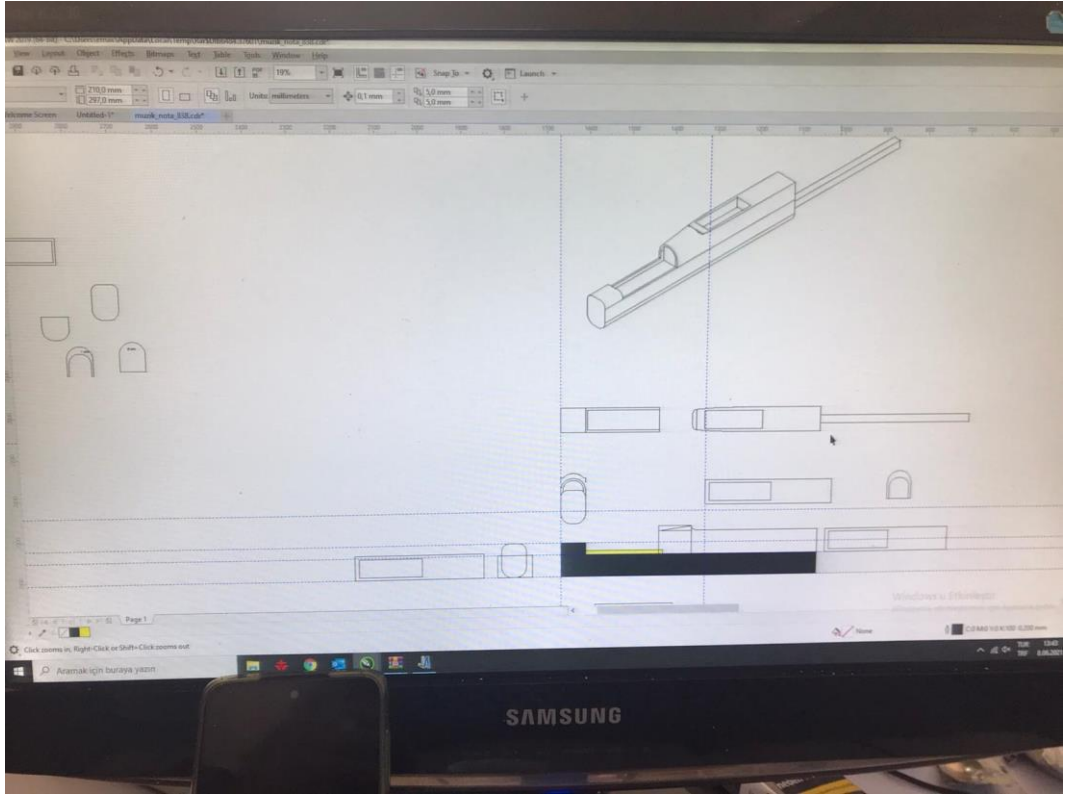
- **ArtCAM:** ArtCAM yazılımı hiçbir mühendislik bilgisi gerektirmeden 2 boyutlu çalışmalardan, otomatik olarak 3 boyutlu rölyefler oluşturabilen tasarım ve üretim programıdır. Oluşturulan rölyefler yüksek hızlı CNC tezgahlarında ürün kalıp veya prototip amaçlı parçalar çıkarabilmek amaçlı olarak kullanılabilir.

Solidworks ortamında çizilen parçaların iki boyutlu olarak üç görünüşünü bu programa aktararak MACH3 CNC programına uyarlanır. CoreIDRAW ile aynı amaçla kullanılan bir programdır.

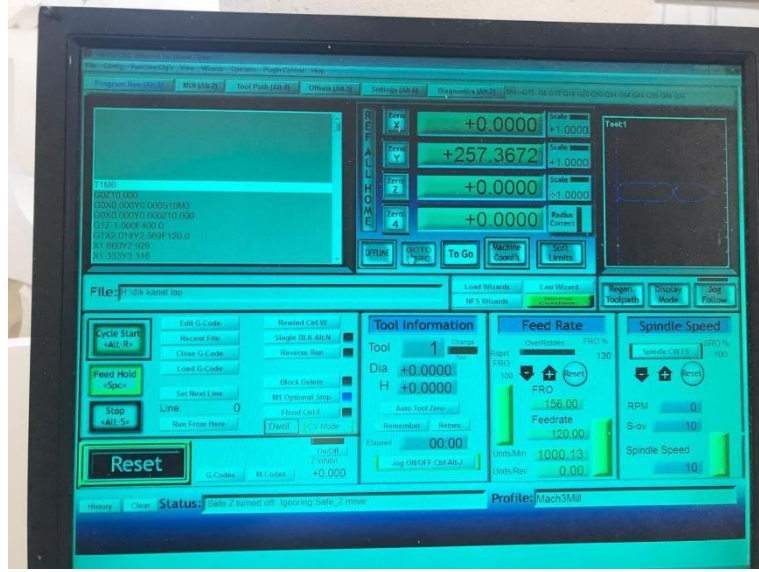
Uyarlanan parçalar MACH3 CNC formatında kaydedilerek MACH3 CNC programında açılır.

- **MACH3 CNC:** MACH3 programı dünyada en yaygın kullanılan CNC operatör programıdır. Kişisel bilgisayarlara yüklenen bu yazılım ile amatör olarak kendi imkanlarınız ile tamamladığımız mini CNC router makinanızı kontrol edebilirsiniz.

Bu program aracılığı ile üç eksenli ısıtılmalı tel kesme makinası kontrol edilir. Bu program sayesinde malzemede içerisinde hangi eksen koordinatları doğrultusunda kesim yapılır.



ŞEKİL 2.1. CorelDRAW



ŞEKİL 2.2. MACH3 - CNC



ŞEKİL 2.3. Üç Eksenli Isıtımlı Tel Kesim Tezgahı

Kesimi tamamlanan parçalar tezgahtan dikkatli bir şekilde çıkartılır. Kesim işlemi yapılan ve çıkarılan bazı parçalar aşağıda bulunan görsellerde verilmiştir.



ŞEKİL 2.4. Kesim Aşamasındaki Parça - 1



ŞEKİL 2.5. Kesim Aşamasındaki Parça - 2



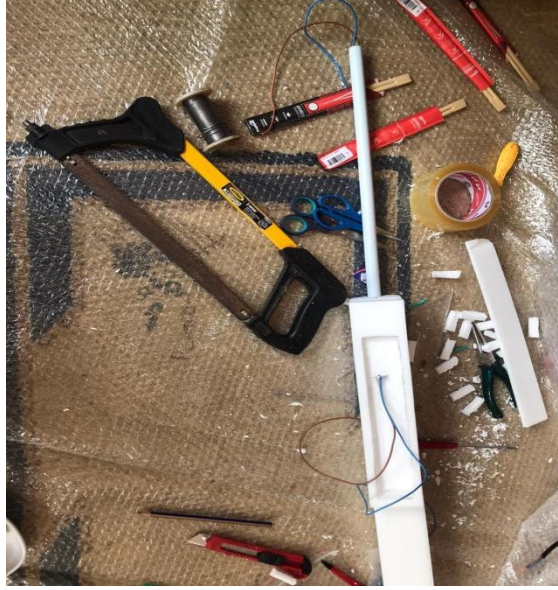
ŞEKİL 2.6. Kesimden Çıkan Parçaların Birleşmiş Görünümü



ŞEKİL 2.7. S8052 Kanat Yandan Görünüşü

Kesilen kanatın ağırlık merkezi eksenini boyunca kanat eğilmesini ve havadaki rüzgar etkisinden dolayı kırılmasını engellemek amacıyla eksen boyunca tahta profil atılmıştır.

Kesimi tamamlanan parçalar hazırlanarak montaj işleminde SOLİDWORKS tasarımına bakarak parça yerleşimi yapılır. Birleşecek olan parçalar apex çivi yapıştırıcısıyla dikkatli ve sağlam bir şekilde yapıştırılır.



ŞEKİL 2.8. Gövde Montajı - 1



ŞEKİL 2.9. Gövde Montajı - 2

Kuyruktaki servo motorların hareketini daha rahat yapması amacıyla kuyruk ile elevatör arasına parça parça pim atılmıştır. Yapılan pim çalışması sonrası yapıştırıcı ile kesilen kısım güçlendirilmiştir.



ŞEKİL 2.10. Kuyruk Montajı

Kuyruk kısmına yerleştirilen servo motorların gövde ile bağlantısı çekilmiştir. Bağlantı kabloları kuyruk ile gövdeyi bağlayan çubuk içerisinden geçip gövde alt kısmından kumanda alıcısına kadar hat uzatılmıştır. Uzatılan hat aşağıda verilen fotoğrafta gösterilmiştir.



ŞEKİL 2.11. Kuyruk - Gövde Montajı

Kablolar çekilip gövde dışı ile işlem bittikten sonra gövde dışı temizlenip yapılan çalışmalardan dolayı ve artan yapıştırıcı parçaları temizlenmiştir. Gövde montajı tamamlanan insansız hava aracının motorun olduğu kısım yapıştırılıp motor montajı ve iç yerleşim yapılmıştır.



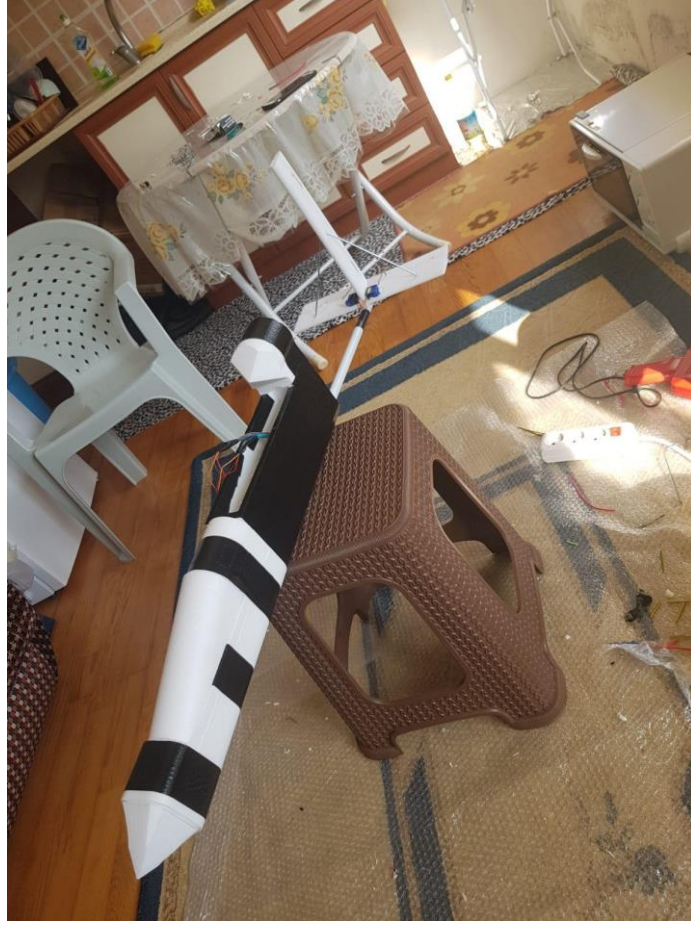
ŞEKİL 2.12. Montaj Fotoğrafları - 1

Yerleşimi oturtulup bakıldıktan sonra kargo amaçlı tasarlanan ön kısımdaki hacmin açılıp kapanması amacıyla yapılan kilit mekanizması ve kapağı sabit tutmak amacıyla diğer kısmına sistem yapılmıştır.



ŞEKİL 2.13. Montaj Fotoğrafları - 2

Montajı yapılan insansız hava aracının güzel görünmesi ve daha sağlam olması açısından gövdenin dış kısmı izolasyon bandı ile kaplanmıştır.



ŞEKİL 2.14. Montaj Fotoğrafları - 3

Montajı tamamlanan insansız hava aracının iniş takımları için gövdenin alt kısmında iniş takımları için ayarlanan kısımlara iniş takımlarının montajı yapılmıştır.



ŞEKİL 2.15. Montaj Fotoğrafları - 4

Montajı tamamlanan insansız hava aracının kanat üstüne güneş paneli montajı yapıp güneş panelinden pile uzanacak şekilde bir hat çekip yapılan kanat gövde üstüne montajlanmıştır.



ŞEKİL 2.16. Montaj Son Durumu

Montajı tamamlanan güneş enerjisiyle çalışan kargo amaçlı insansız hava aracının deneme uçuşu yapılmıştır. Yapılan deneme uçuşu sürecinde kuyruk kısmının ve flapların yetersiz kaldığı ve deneme sırasında kuyruk kısmındaki servo motorların güçlerinin yetersiz kalıp dişlisini yemesinden dolayı düşüp kuyruk kısmı kırılmıştır. Kırılan kuyruk kısmının yeniden tasarlanıp gövdeden bağımsız bir şekilde olmasına ve kuyruğun büyütülüp U şeklinin yapılmasının gövde ile daha uyumlu olup havadaki hareketinin daha kolay olması öngörülmüştür.

Kırılan parça yerine kesim yapılırken yedek olarak yapılan S8052 kanat profilinden kanat tasarlanılıp daha güçlü servo motorlar takılarak tekrar deneme uçuşuna hazırlanmıştır.

Yapılan ikinci deneme uçuşunda motorun bulunduğu blok rüzgar etkisinden dolayı kırılıp düşmesine neden olup motor bloğunun biraz daha gövdeye yakın olması rüzgardan etkilenmesini engellenmiştir.

Yapılan deneme uçuşları sonuçlarında düzenlemeler sonucunda başarılı bir uçuş yapılmıştır.



ŞEKİL 2.17. Tasarımın Son Durumu - 1



ŞEKİL 2.18. Tasarımın Son Durumu - 2

3. BULGULAR

Yaptığımız tasarımda güneş enerjili kargo amaçlı insansız hava aracının kanat tipi, kanadın boyutları, kuyruk tipi, kuyruk boyutları ve gövdenin seçimi teorik hesaplarla belirlendi. İHA'nın itme kuvvetinin karşılayabileceği motoru ve motoru besleyen batarya hesaplara uygun seçilmiştir.

Yaptığımız hesaplar doğrultusunda tasarımın boyutları belirlenmiş ve uygun malzemeler seçilerek kanat, gövde ve kuyruk tasarımı yapılmıştır. Özellikle gövdede kullanılacak malzeme seçilirken malzemenin ağırlıklarına, mukavemet değerlerine ve İHA'nın uçuş süresi boyunca motorun sıcaklığını karşılayabilecek uygun bir malzeme seçilmiştir. Seçilen malzeme aerodinamik yapıya uygun ve hafif bir malzeme olan xps seçilmiştir. Motorun gücü ise yapılan hesaplara göre seçilmiştir. Batarya ise motoru ve diğer küçük elemanları besleyebilecek şekilde seçilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda yetersiz görülen kısımlar yeniden düzenlenerek tasarıma uygun hale getirilmiştir. İHA tasarımlarında ağırlık önemli bir unsurdur. Yaptığımız tasarımda ağırlığın minimum ve verimin yüksek olduğu göz önüne alınarak tasarım yapılmıştır. Ağırlığın artmasıyla birlikte tasarımımızın boyutlarının büyümesi ve maliyetin artmasından dolayı tasarımımızın ağırlığını minimum düzeye indirgenmiştir. Güneş panelleri kanat boyutlarına uygun biçimde konumlandırılmıştır.

Kanat malzemesi ağırlığın hafif olması için eps seçilmiştir. Kullanılacak olan yazılım kumanda sistemi ile beraber hazır olarak temin edilmiştir.

4. TARTIŞMA

Havacılık alanında İnsansız Hava Araçlarına (İHA) yönelik talep ve çalışmalar tüm dünyada ve ülkemizde gün geçtikçe artmaktadır. İHA'lar, kumanda ya da uydu sistemleri aracılığıyla kontrol edilen, dikey olarak kalkış ve iniş yapabilen, uzun süreli uçuşları gerçekleştirebilen araçlardır. Dikey kalkış-iniş yapabilmesi nedeniyle piste ihtiyaç duyulmaması, iç ve dış ortamlarda geniş hareket kabiliyetine sahip olması, havada belli bir yükseklikte asılı kalarak uçabilmesi ve uçuş için tek rotorlu helikopterlerdeki kompleks mekanizmalara ihtiyaç duymaması bu araçların yaygınlaşmasında ana neden olmuştur.

Yaptığımız bu projede kargo amaçlı güneş enerjili insansız hava aracımızın hafif olması amaçlanmıştır. Hesaplardan elde edilen verilere ve ağırlık sınıflandırılmasına Tablo 1.1'e göre hedeflerimize uygun olduğu görülmektedir. Tasarımımızda mümkün olduğunca yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden yararlanmak istedik. Ama uygun olmayan hava koşullarında çalıştırılması güneş panelleri yeterli seviyede bataryayı besleyemeyeceğinden motorun verimini azaltmaktadır. Buna bağlı olarak havada uçuş süresi azalmakta olup bir dezavantaj olarak görülmektedir.

Genel olarak bakıldığında tasarımımızın boyutlarının küçük olması, kullanılan malzemenin temini ve bu malzemelerin kolay işlenebilir olması üretimi oldukça kolaylaştırmakta ve üretimin hızlı bir şekilde yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Hafifliği, taşınabilirliği sayesinde her koşulda kullanıma uygun bir tasarım olmuştur.

5. SONUÇLAR

“Güneş Enerjisiyle Çalışan Kargo Amaçlı İnsansız Hava Aracı Tasarım” adlı bu çalışmamızda literatüre faydalı bir kaynak oluşturmak ve çalışan bir model ortaya çıkarmak hedef alınmıştır. Tasarımımız yapılan tüm analizlerden başarıyla geçmiş, kullanım kolaylığı ve göstermektedir. Yapılan araştırma ve çalışmalar doğrultusunda geliştirilmeye açık, her geçen gün hızla büyüyen, insansız hava araçları çalışmalarının geniş kapsamlı bir alan olduğu gözlemlenmiştir. Bu gelişen alanda bir fark ortaya koyup insansız hava aracının havada kalma süresinin yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan güneş enerjisinden faydalanılarak arttırılması hedeflenmiştir. Klasik tasarım metotları elektrik motoru ve bataryaya sahip uçaklar konusunda oldukça az bilgiye sahiptir.

Gerçekleştireceğimiz bu projede klasik tasarım metotlarının yanı sıra model uçaklar ve özellikle planörler üzerinde ayrıntılı incelemeler yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada hedeflenen asıl özellik aracın daha uzun süre havada kalması olduğu için kanat yüzeyi alanına yerleştirilecek olan güneş panellerinden maksimum verimi almak amacıyla kanat yüzeyi alanı olabildiğince geniş ve düz tutulmaya çalışılmıştır. Bu projede küçük boyutlu insansız hava araçları için kullanılmakta olan XFLR5, XFOİL ve SOLİDWORKS programlarından yararlanılmıştır. Program ile bilgisayar destekli akışkan analizlerinden yararlanılması gerektiği tespit edilmiştir. Yapılan bu araştırmalar sonucunda tespit edilen durumlardan birisi ise insansız hava aracının ağırlık dağılımının oldukça dikkatli yapılması gerektiğidir. İnsansız hava aracı üzerine takılacak olan motor, güneş paneli gibi elemanların araç üzerindeki dağılımına oldukça dikkat edilmiştir. Yapılan araştırmaların sonucunda ortaya konulan ve gerekli olan ekipmanların temini için maliyet hesabı yapılmış ve ayrıntılı hesap analiziyle ortaya konulmuştur.

6. ÖNERİLER

Çalışmadan çıkarılabilecek bir diğer sonuçta gerçek uçak tasarımlarında da olduğu gibi bu çalışmanın sadece havacılık mühendisliği değil elektronik ve bilgisayar mühendisliği gibi farklı mühendislik alanlarında bilgi ve deneyime sahip tasarımcılara ihtiyaç duyduğudur. Bu nedenle, çalışma grubunun içine farklı bölümlerden öğrencilerin dahil edilmesinin yanı sıra yol gösterici ve yönetici konumunda farklı öğretim elemanlarının da dahil edilmesinin bu tasarım sürecini kısaltacağı değerlendirilmiştir. Tasarım ve üretimin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesinden sonra başarının elde edilmesi için gerekli olan diğer bir unsurun da İHA' yı kullanacak olan kişinin kabiliyeti ve eğitimi olduğu değerlendirilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- [1] Y., K., O., İ., ve F., F., Fen bilimi dergisi, 20.cilt, 2.seri , 103-106. sayfa , 2016
- [2] Noth, A., “Design of Solar Powered Airplanes for Continuous Flight, Doktora Tezi, ETH Zürich, 2008
- [3] <https://www.trthaber.com/haber/gundem/turkiyenin-gokyuzundeki-basari-imzasi-yerli-ihave-sihalar-464449.html>
- [4] Savunma Bilimleri Dergisi The Journal of Defense Sciences Kasım / Nov 2019,

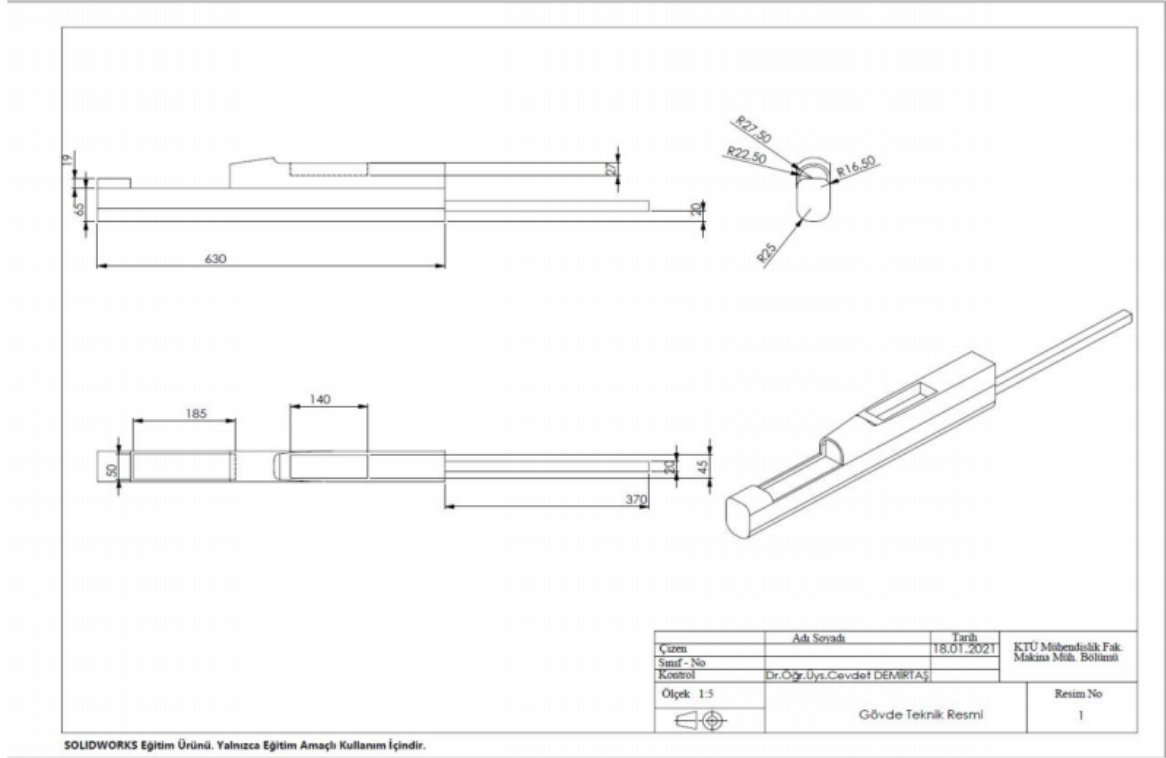
8. EKLER



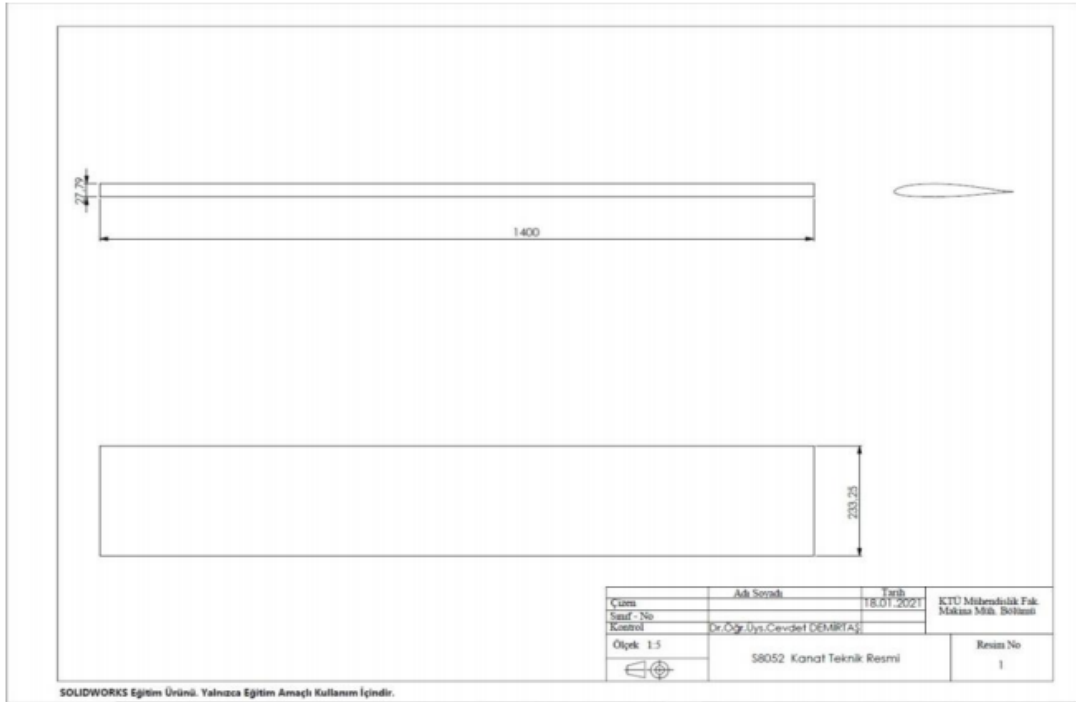
ŞEKİL 8.1. Prototip - I



ŞEKİL 8.2. Prototip - II



ŞEKİL 8.3. Gövde Teknik Resmi



ŞEKİL 8.4. S8052 Kanat Teknik Resmi



ŞEKİL 8.5. S8052 Kanat Yan Görünüş

MALZEME	ÖLÇÜ & ADET	FİYAT
FİRÇASIZ MOTOR	1	535 ₺
SERVO MOTOR	2	24 ₺
ESC	1	335 ₺
RC KUMANDA VE ALICI	1	280 ₺
SOLAR PANEL	12	360 ₺
PERVANE	1	20 ₺
KAMERA	1	280 ₺
LİPO BATARYA	1	250 ₺
SERT STRAFOR	2m ²	100 ₺
KABLO AKSAMI ANAKART	5METRE	350 ₺
STRAFOR LAZER KESM	1	150 ₺
TOPLAM MALİYET		2684 ₺

TABLO 8.1. Maliyet Tablosu

ÖZGEÇMİŞ

Doğukan KOLCU

Makina Mühendisi

Hazar Mahallesi, Menderes - Fatih Caddesi, No: 80A
İyidere / RİZE, 53600
(+90) 553 907 34 35
dogukan.kolcu5335@gmail.com

HOBİLER

- Sinema, Futbol, Tarihi geziler.

DENEYİM

ÇAYKUR, RİZE - Stajyer

TEMMUZ 2019 - AĞUSTOS 2019

- Genel Atölye Stajı

EĞİTİM

Karadeniz Teknik Üniversitesi, TRABZON

AĞUSTOS 2017 - HALEN

- Makina Mühendisliği Bölümü.

YETENEKLER

- SOLİDWORKS
- MATLAB
- ~~Octave~~
- MS Office

YABANCI DİL

- İngilizce

Berkay DEMİRKAYA

Makina Mühendisi

Selçukbey Mahallesi Oymak Sokak No:12 Yıldırım/BURSA
0531 268 24 99
brky.dmk@gmail.com

YETENEKLER

Solidworks

Matlab

MS Office

DENEYİM

E-MAK MAKİNA İNŞAAT TİCARET ve SANAYİ A.Ş / BURSA - STAJYER

(TEMMUZ 2019 - AĞUSTOS 2019)

GENEL ATÖLYE STAJI

EĞİTİM

2012-2015: Emirsultan Anadolu Lisesi

2015-2016: Özel Bursa Gelişim Temel Lisesi

2017-2021: Karadeniz Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği (HALEN)

YABANCI DİLLER

İngilizce: Orta Derece

Almanca: Başlangıç

Mehmet Ayberk ÇETİNKAYA

MAKİNA MÜHENDİSİ

ETİLER MAHALLESİ 839 SOKAK GULİN APATRMANI B BLOK 2/4 DIŞ KAPI
31B MURATPAŞA/ANTALYA
ANTALYA
(+90) 534 970 83 81
maviyelkenayberk86@gmail.com

KULLANDIĞIM PROGRAMLAR

- SOLİDWORS
- AUTOCAD
- CATİA
- CARRIER HAP
- MICROSOFT OFİCE

DENEYİM

MELANT MÜHENDİSLİK, ANTALYA - MAKİNA MÜHENDİSİ

11,01,2021 - HALEN

- Mekanik tesisat projesi ve şantiye işleri olan bir firmada çalışıyorum.

EĞİTİM

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

AĞUSTOS 2017 - HALEN

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

YABANCI DİL

- İNGİLİZCE

Cemal GÜNEY

MAKİNA MÜHENDİSİ

0 530 263 67 08

cemal_guney@hotmail.com

DENEYİM

MERKAYA GARİMENKUL, BURSA- SATIŞ DANIŞMANI

09/2013 - 01/2015

Rİ-NAK-SAN LTD.ŞTİ, RİZE- ÖN MUHASEBE ELEMANI

06/2008 - HALEN

EĞİTİM

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ,BURSA -TERK

09/2012 - 02/2015

FEN-EDEBİYAT FAKÜLTESİ/ MATEMATİK

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ,TRABZON -HALEN

11/2017 - HALEN

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ/ MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ

YABANCI DİL

İNGİLİZCE(B1)

PROGRAMLAR

SOLIDWORKS

MICROSOFT OFFICE

Burak ERDOĞAN

Makina Mühendisi

Park Eymir Toki Konutları F1 25 A-2 Gölbaşı ANKARA
0544 419 4287
erdoganburak1999@gmail.com

YETENEKLER

SOLIDWORKS

ANSYS

MS OFFICE

AUTOCAD

Tasarım ve analiz konularına hakim

Geniş bakış açısıyla liderlik vasfına sahip

DENEYİM

WENTA MAKİNA

2019 TEMMUZ -AĞUSTOS STAJYER

- YAZ DÖNEMİ STAJI

HYMA MAKİNA

2020 NİSAN -HALEN

- YÜK ASANSÖRÜ FİRMASINDA STAJYER MÜHENDİS

EĞİTİM

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

2017-HALEN

Makina Mühendisliği bölümünde öğrenciyim

ÖDÜLLER

2016- TÜBİTAK okul tasarım proje ikinciliği

2016 HACKİDON Ankara liseler arası birincilik

