



**T.C.
Niğde Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
MEKATRONİK Mühendisliği Bölümü**

TEZ ADI

REMOTE WEAPON SYSTEM

HAZIRLAYAN

Oğuzhan ER 120607345
Umut KEDİK 120607347
Bayram KARİP 120607305
Hakan EKER 120607348
Cihangir KURİŞ 120607339
Kürşat YILMAZ 120607326
Cemile AFŞAR 120607349

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kürşat YALÇIN

Niğde 2016

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

Bölümümüz

.....
.....numaralı öğrencileri
.....
.....'nın,
.....başlıklı Bitirme Tezi çalışması aşağıdaki jüri
üyeleri tarafındanMühendisliği Bölümü'nde Bitirme Tezi olarak Oy
Birliği/Oy Çokluğu ile kabul edilmiştir.

Danışman :

Üye :

Üye :

Tezin savunulduğu Tarih:

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

İmza

Bölüm Başkanı

DOĞRULUK BEYANI

Bitirme tezi olarak sunduğumuz bu çalışmayı tüm akademik kurallara ve Niğde Üniversitesi Yayın Etiği Komisyonu Yönergesi'ne uygun olarak gerçekleştirdiğimizi ve sunduğumuzu; bu kurallar ve ilkelere aykırı hiç bir yol ve yardıma başvurmaksızın bizzat hazırladığımızı beyan ederiz.

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

Kürşat YILMAZ

Oğuzhan ER

Bayram KARİP

Hakan EKER

Umut KEDİK

Cihangir KURİŞ

Cemile AFŞAR

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği bölümünde Bitirme Tezi kapsamında hazırlanmıştır. Bu çalışmanın hazırlanması sırasında yardımlarını hiçbir zaman bizden esirgemeyen değerli hocamız Yrd. Doç. Dr. Mehmet Kürşat YALÇIN' a teşekkür ederiz.

Ayrıca çalışmalarımız sırasında bizden hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen Yrd. Doç.Dr. Yusuf ŞAHİN'e, bölümümüz öğrencisi Davut YÜKSEKKAYA' ya, mekanik imalatta bize yardımlarından dolayı Mustafa KARİP'e ve bizden her türlü maddi ve manevi desteği esirgemeyen ailelerimize teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

1-GİRİŞ VE TEORİK ÇERÇEVE.....	4
2-PROBLEMİN TANIMI VE ÇALIŞMANIN AMACI.....	2
3-LİTERATÜR TARAMASI.....	3
4-SİSTEM TASARIMI.....	9
4.1-Mekanin Çizimler Ve Parametre Seçimleri.....	9
4.2-Sistemde Kullanılan Mekanizmalar.....	12
4.2.1-Kullanılacak elemanları bağlantı şeması.....	15
4.2.2-Sistemin tetik mekanizması kısmı.....	15
4.2.3-Sistemde kullanılacak olan uzaktan kontrol aygıtı.....	16
4.2.3-Sistemin kontrol kısmı.....	17
4.3- Sistemde Kullanılan Ters Kinematik Denklemler.....	20
4.4- Sistem Test Düzeneği.....	22
5-SİMÜLASYON SONUÇLARI.....	24
6-PROJE İŞ-ZAMAN PLANI.....	26
7-SONUÇ.....	27
KAYNAKÇA.....	30

1- GİRİŞ VE TEORİK ÇERÇEVE

Savunma Sanayi; Ülkenin silahlı kuvvetleri için stratejik ve savunma amacına yönelik silah sistemleri ve donanımlarını tasarlayan, geliştiren ve üreten işletmeler topluluğudur.

Bölgesinde güçlü bir ülke olmak isteyen Türkiye bu amacına ulaşmak için, güçlü bir savunmaya sahip olması gerekmektedir. Güçlü bir savunma için, güçlü bir teknolojik donanım ve yazılıma sahip olmak günümüz silahlı kuvvetlerinin en temel hedeflerinden biridir. Teknolojik olarak üstün silah ve teçhizata sahip olmanın TSK'nın caydırıcılık ve etkinlik sağlayacağını bilinci doğrultusunda hareket edilmelidir.

Savunma teknolojilerinin gelişimiyle birlikte sistem verilerinin daha doğru analiz edilmesi, net bilgi sağlanması ve sistemin dış bozucu etmenlerden korunması ile ilgili başlıkların gündeme gelmesi kaçınılmazdır. Savunma sanayinin ihtiyaçları göz önünde bulundurulduğunda daha donanımlı ve nitelikli araçların üretilmesinin zorunlu hale geldiği anlaşılmaktadır.

Silah nişan hattının, sistemin monte edildiği platformun hareketlerinden etkilenmemesi ve hedef üzerinde kalabilmesi için, taret stabilize edilmiştir. Aynı zamanda otomatik hedef takip ve balistik hesaplama yeteneğine de sahip sistem ile üzerine yerleştirilmiş olduğu platform veya hedef hareket halindeyken isabetli atış yapılabilmektedir.

Uzaktan Kumandalı Tüfek Sisteminde silah olarak, 12.7 mm M2 veya 12.7mm GA-19/A Gatling, 7.62 mm makinalı tüfek ya da 40 mm bomba atar kullanılabilmektedir. Değişik görev ihtiyaçları için deniz araçlarındaki radar, meteorolojik algılayıcı ve benzeri algılayıcılarla entegre edilebilmektedir. Uzaktan kumanda edilebilme özelliği sayesinde nişancı, olumsuz hava koşullarına ve karşı ateşe maruz kalmadan silahı etkin bir şekilde kullanabilmektedir.

Uzaktan kumandalı tüfek Sistemi savaş gemilerinde, sahil güvenlik botlarında, çıkarma gemilerinde ve diğer gemilerde yakın ve asimetric tehditlere karşı kullanılmaktadır.

2- PROBLEMİN TANIMI ve ÇALIŞMANIN AMACI

Bir silah sisteminin en büyük sorunlarından biri, gece ve olumsuz şartlarda çıplak gözle görülemeyen hedeflerin tespit edilmesidir. Ayrıca sabit olmayan ve mesafesi uzak olan bir hedefin hareket yönü ve hızına göre ateş edilecek yerin seçilmesidir.

Uzaktan Kumandalı Tüfek Sistemi sistemi gece ve olumsuz görüş şartlarında çıplak gözle görülemeyen hedeflerin tespit edilmesini, hedeflerin kullanılacak kamera sayesinde tanınmasını ve tanınan hedeflere atış yapılabilmesini sağlamaktadır. Ayrıca bu sistem, yan ve yükseliş eksenlerinde uzaktan kumandalı olarak hareket ettirilebilmektedir.



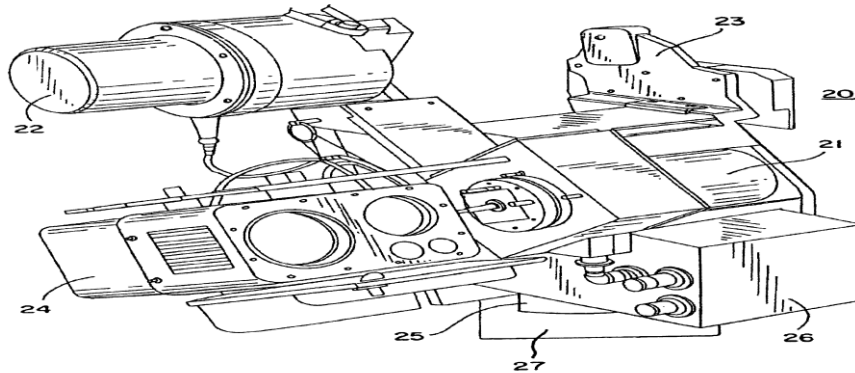
Şekil 1: SARP uzaktan komutalı stabilize silah sistemi.

3- LİTERATÜR TARAMASI

Yapılacak olan bu sistem, günümüzde var olan silah sistemlerinin, kendi kendine nişan alma, ateş etme ve atış kontrolü sağlayan silah sistemleri ile ilgilidir. Stabilize edilen silah sistemleri, gimbaled hareketi, azimut ile beraber hareket etmektedir ve birbirinden bağımsız olarak kontrol edilebilmektedir. Bu ise doğru balistik yörünge elde etmek için gerekli olan süper yükselmesi, sürekli hedef izleme ve nişan için olanak sağlamaktadır.

Bu sistemde, çift dikey eksen bağımsız olarak veya ortak stabilize edilmiş bir silah sistemi sağlamaktır. Yapılacak olan takip sistemi, stabilize silah sistemleri ile birlikte kullanıldığında stabilizasyon çok daha faydalı olacaktır.

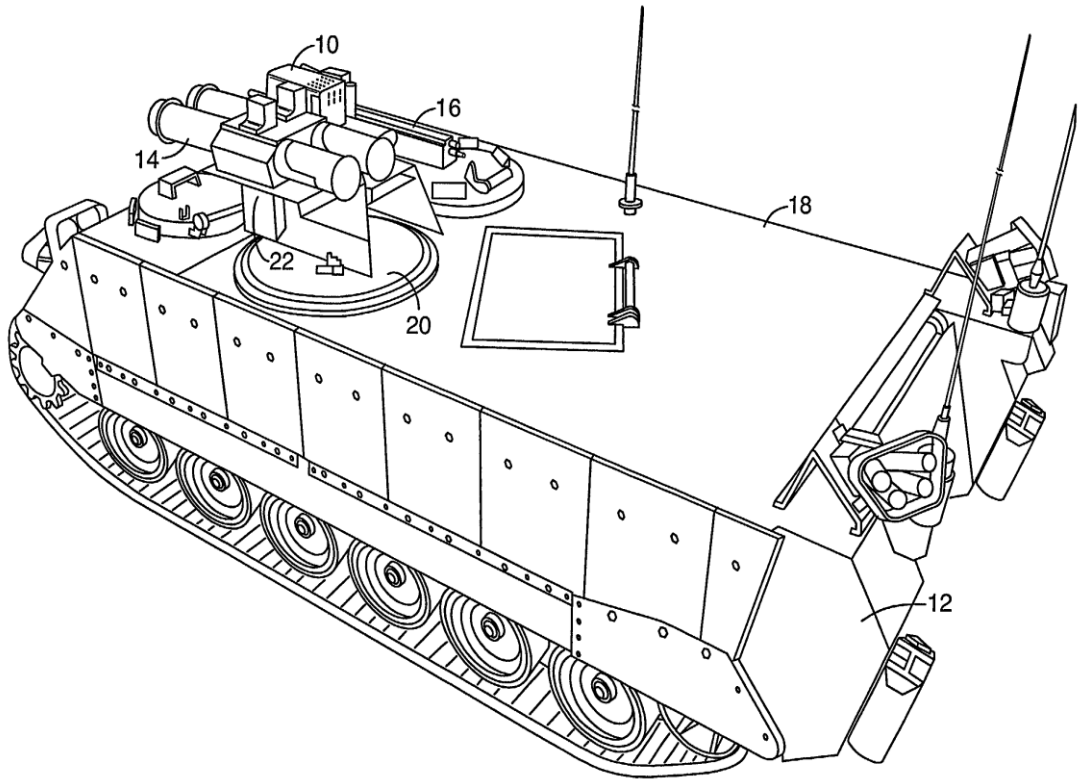
Daha önceki yapılan tasarımlarda; yatayda 360 ° dönme yeteneğine sahip, bir mermi deposu ve nişan cihazını ve görüntü işleme mekanizmasını kendi bünyesinde bulunan sistemler tasarlanmıştır. İki ayrı yükseklik eksenleri arasındaki koordinasyonu belirlemek için; analiz etmek için her ekseninde pozisyon sensörleri, hedef belirlendikten sonra silahın hangi koordinatta durmasını belirleyen kontrolcüleride bünyesinde bulundurmaktadır. Nişan cihazı, lazer mesafe bulucu olarak ya da pasif bir cihazın kullanımı yoluyla aktif bir cihaz çalışması sayesinde video kameralar ve aralık verileri analiz edilir veya kızılötesi kullanarak hedefin bir görüntüsünü çıkarılmaktadır. Çoğunlukla tercih edilen lazer telemetre 5000 metreye kadar aralıklarında araç büyüklüğünde kara, deniz ve hava hedeflerine nişan için 10 metre +/- doğru aralık ölçümü sağlar. [1]



Şekil 2: Remote Weapon Station sisteminde kullanılan ekipmanların bazıları.

Yapılacak olan sistemin askeri alanda da uygulamaları vardır. Bu alanda yapılan bir çalışma ise bir optik izlenen tel güdümlü füze fırlatıcı sistemidir. Bu sistem özel bir yükü içeren bir anti-tank güdümlü füze silah sisteminde, optik izlenen tel güdümlü füze fırlatma sistemi barındırmaktadır. Elektrikle çalışan, uzaktan kumandalı silah istasyonu tek bir değiştirme tertibatı ve yükselen platformun üzerinde 0,50 caliber M2 makineli tüfek bulunmaktadır.

Uzaktan kumandalı platformda, bir çift optik izlenen tel güdümlü füze fırlatıcı ile geliştirilmiş hedef koordinat sistemi ile monte edilerek aralarındaki ilişki sağlanır. Bu yaklaşım aynı zamanda optik izlenen tel güdümlü füzeler aynı platformda bir kalibre .50 M2 makineli tüfek bütünleştirilir. Sistem aynı zamanda kullanıcı zırh altında hedef tespiti nişan gerçekleştirmek için izin verir.



Şekil 3: Anti-Tank Güdümlü füze fırlatıcı sistemi.

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi sistemde, optik izlenen tel güdümlü füze ve silah beşiği, geliştirilmiş hedef koordinat sistemi, yükseklik ve döndürme motorları, akslar ve mühimmat deposu içerir. Silah 60 derece -20 derecelik bir yükselti aralığında ile tahrik edilir. Calibre .50 silahı yükseklik aralığında ateş edilebilir olsa da, optik izlenen tel güdümlü füze 30 derece yüksekliğin üzerinde ateş edememektedir. [2]

Bu sistemde hedef tespit işleminin gerçekleşmesinde; silah beşiği bir dönme motor sürücüsü kullanılan nişan sistemi, bir silah beşiği ve bir silah içerir. Nişan sistemi, ikinci bir yükseklik sürücüyü kullanarak silah beşiğine yükseklik görelî hareket ettirilir. Bir hedefin bir görsel imajı uzaktan yer alan bir gözlem ünitesinde alınan sinyallere göre nişan sistemi kullanılarak elde edilir. Hedefin görsel resmi, gözlem biriminde ya da isteğe bağılı olarak ayrı bir komutan gözlem ünitesinde görüntülenmek üzere daha sonra oynatmak için bir depolama ortamına kaydedilir. [3]

Başka bir sistemde ise: bir birinci enine eksen etrafında dönebilen hareket için uyarlanmış bir silah desteği içeren bir uzaktan bir silah istasyonuna. silah desteği ikinci yükseklik eksenî etrafında dönebilen olmak silah eki aygıtı destekler. Bu sistemde bağımsız olarak, birinci enine eksen ve ikinci dikey eksenî etrafında bir silah destek pozisyonu veya dönme üçüncü enine eksen, dördüncü dikey eksenine dik bir üçüncü enine bir eksen etrafında ve çevresinde dönebilir. Görme birimi silah desteği ve silah eki cihazın arasına monte edilir.

Bu kullanılan sistemlerde yani uzaktan kumandalı silahlar istasyonlarında, makineli tüfekler, otomatik bomba atarlar, füze ateşleme donanımları kullanılabilir ve bunarlada sınırlı değildir.

Dört eksen silah istasyonları görüş hattı motorunun eksenî silahı, iki eksen içinde olup, burada silah motorunun eksenînin bağımsız olarak kontrol edilebilir. Görme birimi, görme ve silah istasyonunun kullanımını sınırlamaktadır ve ayrıca tabanca ile birlikte taşınmalıdır. Bununla birlikte, önceki tekniğe göre olan bir istasyonda bir

görüntü biriminin hareket özgürlüğü, sınırlı olduğunda hedef arasındaki göreceli hız ve yükseklik bağıl hızda büyük hedefi vurmak için görüş hattı ve silahın delik eksenindeki açılar ofset gerektirdiğinden silah istasyonu yüksektir. Silah hedefe yönlendirilir ve silah zaman istasyonu üzerine monte edildiği bir platform silah motorunun eksenine bir silindir hareket halindedir.

Görüş birimi, silah desteğinin yüzüne üzerine eklenir. Kütlelerinin konsantrasyonu asimetric istasyonu dengesiz olmasına neden olur ki, burada silahın yüzüne bağlanmış görme birimi ile önceki teknik sistemleri, aynı zamanda, istenmeyen karşı ağırlıklar ya da daha büyük ve daha ağır diskler kullanılmadan stabilize edilmesi zordur. Ayrıca önceki teknik sistemleri düzenleme stabilize üç eksenli olan, bir silah motorunun eksenli iki eksen içinde ve görme biriminin görüş hattının hat tek ekseninde stabilize edilir. Burada bir görüntü üreten algılayıcı (örneğin TV, IR vb) alan içinde hedef tutmak için adapte edilmesi gerekir. İstasyonun, hedefin mesafesi belirlemesini kolaylaştırmak için sistem hedefe yönelik olmalıdır çünkü hareket halindeyken hedefle arasındaki mesafenin hesaplanması, uzun bir süre gerektirir. [4]

Bir döner kanatlı uçak üzerine monte edilmiş atış kontrol sistemi de tasarlanmıştır. Bu sistemde silah kontrolü pilotun kendisi tarafından elektronik bir bilgisayarla kontrol edebilmektedir. Bir döner kanatlı hava taşıtı üzerine montesi doğrudan yapılmış ateşleme silahı, bir kontrol sistemi, söz konusu silahın iki enine döndürmek için monte edilmiş YY 've Z-Z' eksenleri 2 adet motor bulunmaktadır.

20. yüzyılın ortalarına kadar, doğrudan ateş silah arkasında konumlandırılmış bir nişancı tarafından elle ateş edildi. Uzaktan çalışma avantajları (siper savaşı sırasında makineli tüfek gibi) 20. yüzyılın başlarında gözlenmiştir, ancak teknolojinin büyük ölçüde genel muharebe etkinliğini bozmadan uzaktan çalışmasını sağlayacak kadar gelişme göstermemiştir. 1980 tarafından bir ana muharebe tankının ikincil silahlanma olarak dahil etmek yaygın bir uygulamaydı , uzaktan kumandalı veya zırhlı sistemlerde, ya da her ikisinde de küçük silahlar kullanıldı. Genellikle 40 mm kalibreli balistik silah olarak tanımlanan hafif silah, doğrudan ateş silahları kullanılmıştır.

1990 ile hareketlilik başlar. Hem ateş gücü hem de maksimize artan vurgu, küçük silah motorlu araç üzerine monte edilir ve uzaktan kumandalı silah istasyonları, çeşitli önerilerin sonunda tasarımı ve gerekli imalatı yapılmıştır. Tipik olarak bu sistemler makineli tüfek, bir hafif zırhlı veya zırhsız araç üzerinde çatı monte, ve aracın içinden manuel kontrol altında bu sistem yapılmıştır.

Bu sistemler de dahil olmak üzere bize birçok avantaj sunar:

- Uzaktan kullanılması ve daha hafif araçlara monte edilecek ağır silah sağlayan silah sisteminin kütle merkezini düşürür.
- Topçu taşınması artan hareketliliğinden dolayı ağırlık tasarrufu sağlayan bir taret ihtiyacını ortadan kaldırır.
- Topçu korunması amacıyla silah ve muharebe etkinliği artırır. ve
- Silah sistemi ile araç gövdesi montajı: böylece aracın hayatta kalma, artan küçük bir montaj deliklerine azaltılabilir. bir insan operatör için gereken büyük bir delik gerekli değildir.

Daha yakın zamanda, gyro-stabilize uzaktan kumandalı silah sistemleri önerilmiştir (Smith ve arkadaşları, ABD Pat. No. 5.949.015 7 Eylül 1999 tarihli). Bu gyro-stabilize uzaktan silah kontrol sistemleri silah hedef noktası ile silah platformu hareket ölçüde bağımsız kılınabilir ek avantaja sahip.

Uzaktan silah sistemleri avantajları rağmen, bunların eksiklikleri şunlardır:

- **Düşük doğruluk;** manuel silah işaret kullanımı, silah platformu hareketi için stabilize olsa bile, silah optimum kullanımına izin vermez. En yaygın ve ucuz direkt ateş silah sisteminin amacı insanın yeteneğini aşan doğal doğruluk oranına sahip olmaktır.
- **Düşük ergonomi;** Uzaktan silah sistemleri tipik uygulamaları silah araca monteli olup, özellikle savaş stres altında sistemi kontrol eden topçu çoklu görev görmektedir. Bu da silah sisteminin etkinliğini azaltır.
- **Zavallı stabilizasyon;** Gyro-stabilize silah sistemleri silah platformu hareketi telafi ederek silahın amaçlayan doğruluğunu sağlamak için çalışırlar. Silahın potansiyel hareketi her eksen için, jiroskop silahın hedefe karşılık

gelen bir servo kontrollü monte yanı sıra gereklidir. Bu hedefin hesap hareketi dikkate almak ve hedef hareketini içeren gerçekçi mücadele durumlarda sınırlı kullanıma sahiptir. Ancak pahalı sistemlerde bu sorun giderilebilir.[5]

4- SİSTEMİN TASARIMI

4.1 Mekanik Çizimler Ve Parametre Seçimleri

Sistem ilk önce 6 eksenli olarak tasarlanmıştır (x,y,z ve roll,pitch, yaw eksenleri.).

Bu sistemin tasarımındaki komponentleri kabaca sayılırsa:

- 6 adet motor.
- Biri üst ve biri alt tarafta olmak üzere 2 adet platform,
- Test düzeneği ve
- 3.4 kg ağırlığında olan bir silah kullanılmıştır.

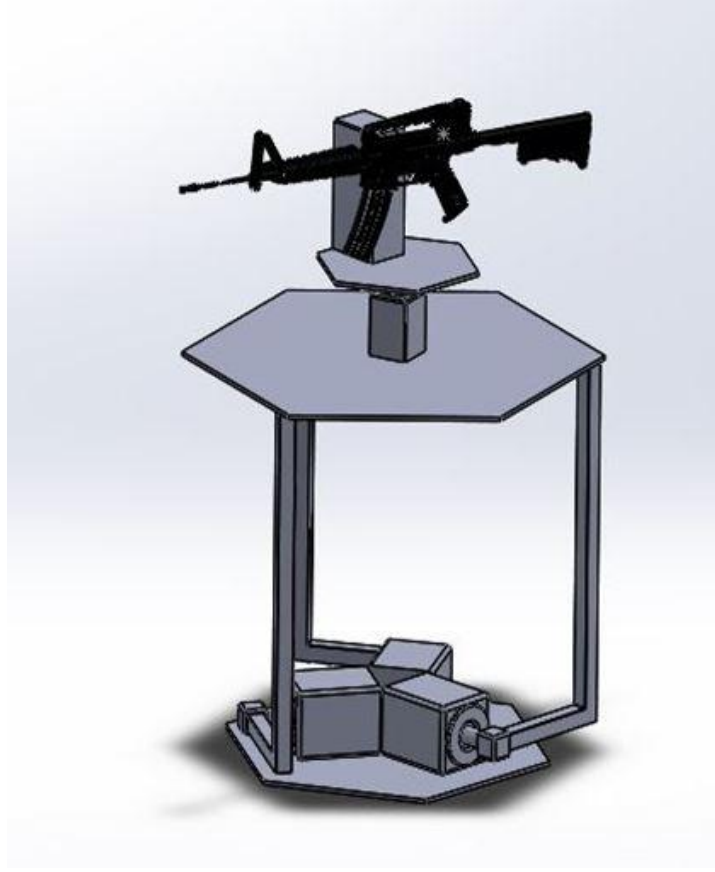


Şekil 4: İlk tasarlanan araca monteli stabilize silah sistemi.

Bu çizim SolidWorks katı modelleme programında çizilmiş, tasarlanmıştır. Sistemi kısaca anlatacak olursak; şekilden de anlaşılacağı gibi alt platformdan bir bozucu etki ürettiğimizde test düzeneğindeki yaylar sıkışıp genişleyecektir ve doğru bir şekilde hedef tutturulamayacaktır. Bu durumda ters kinematik denklemler kullanılıp bu denklemlerin çözümünü arduino ya kodlayıp, arduino ya çözdürerek motorların hangi açıyla hareket ederek hedefi sabitlemesi gerektiğini çözecektir.

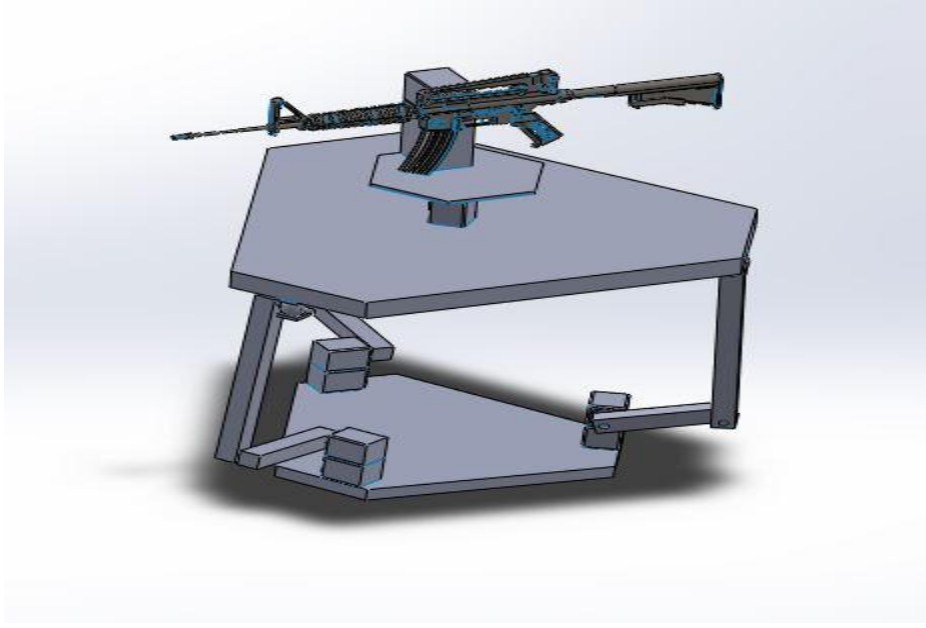
Tasarlanmış olan sistemimizde üst platform ağırlığının motora bindirdiği yük fazla olduğundan ve 6 adet motorla yapılacak olan işin 5 adet motor ile de yapılabilir

olduğu anlaşıldığından sistemde optimizasyona gidilmiş ve alt platformdaki motor sayısı 3 e düşürülmüş, silahı yatay ve dikey ekseninde hareket ettirebilmek için pan ve tilt motorları eklenmiştir.



Şekil 5: Optimizasyon işleminden sonra tasarlanmış olan sistem.

Bu sistemde ise motora binen fazla yükün giderilmesi için motorlar, sistemin merkezinden uzaklaştırılmıştır. Fazla yükün giderilmesi için motorların merkeze olan uzaklığını, optimum uzaklık testlerle bulunmuştur. Bundan sonra ise motorun kollarına binen torku minimize edecek şekilde bir tasarım yapılmıştır.



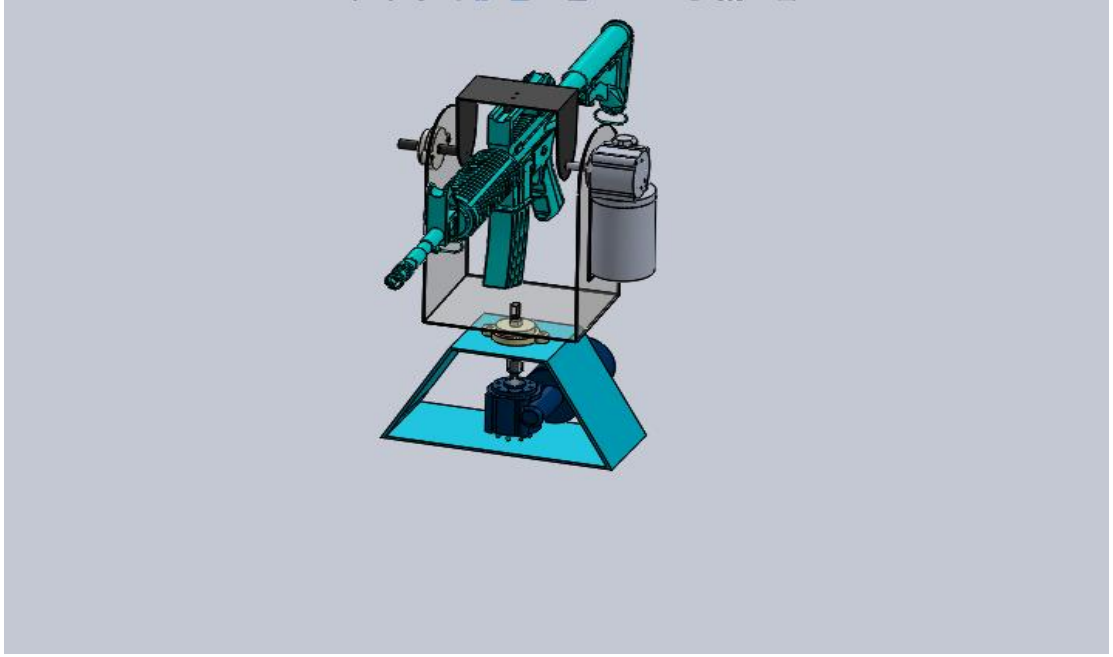
Şekil 6: Optimum uzaklık testlerinden sonraki tasarım.

Yapılmış olan tasarımda üst platformun sisteme gereksiz bir yük oluşturduğundan, bunun da motorların uyguladığı gücün gereksiz bir şekilde arttırdığından sistem tekrardan tasarlanmıştır.

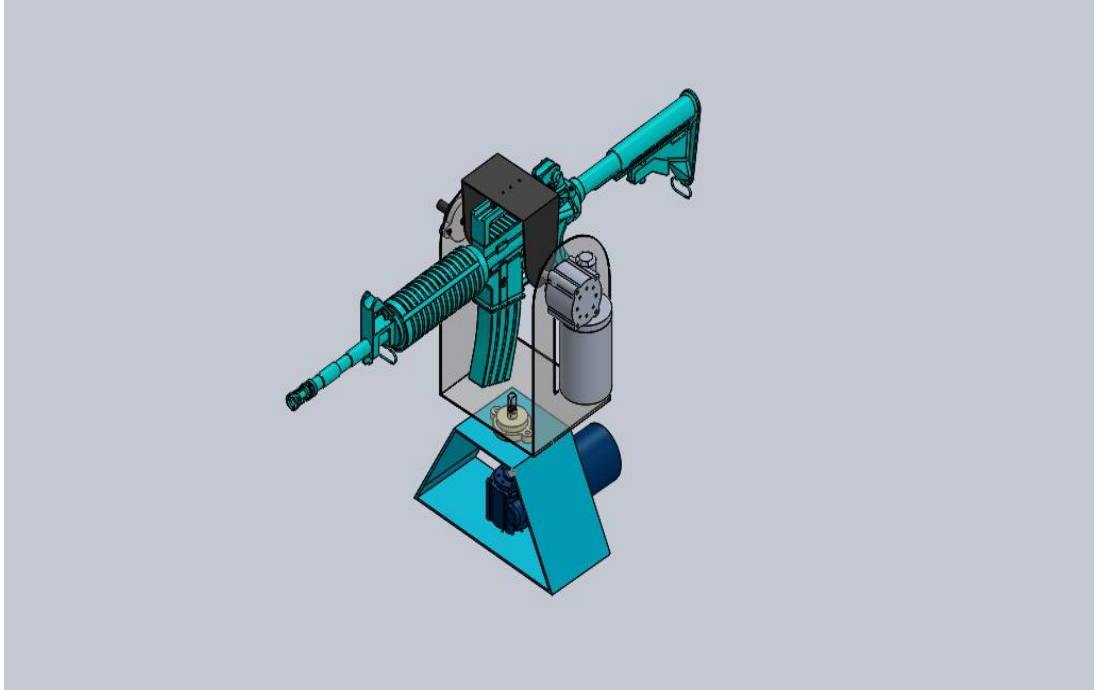


Şekil 7: Üst platformu yeniden tasarlanmış araca monteli stabilize silah sistemi.

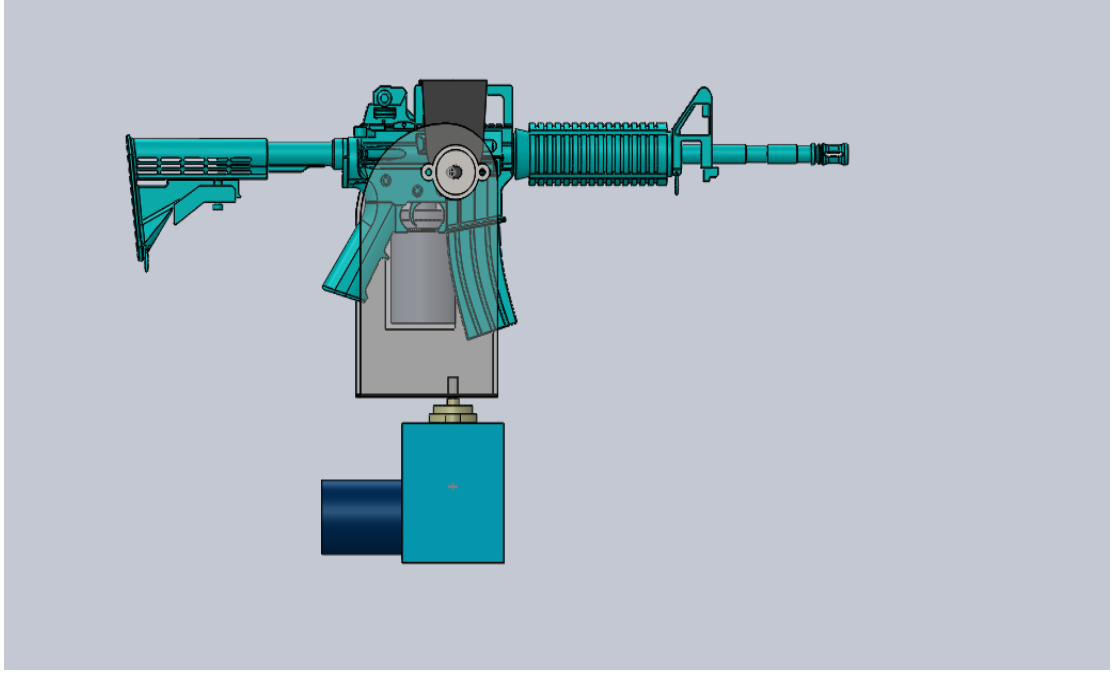
Bu sistem analiz edilirken, z yönündeki kompanzasyon işlemi için 2 adet motor ile yapılabileceği görülmüş, bu nedenden dolayı tasarım bir daha yenilenmiş ve nihai tasarım elde edilmiştir.



Şekil 8: Analiz işlemlerinden sonraki nihai tasarım.

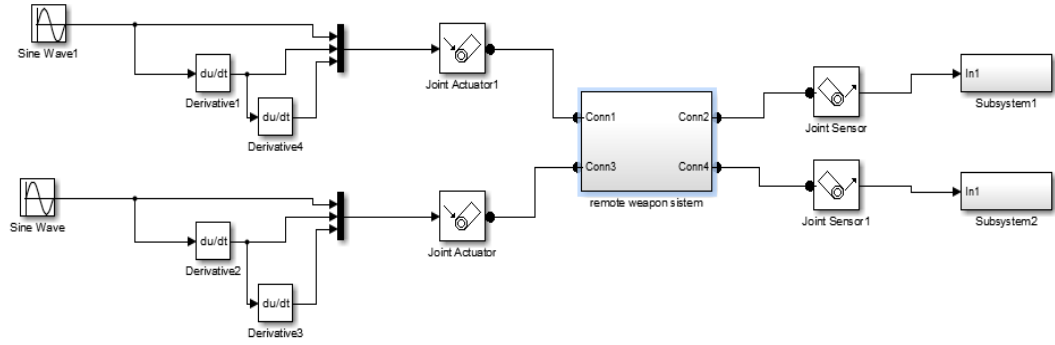


Şekil 9: Tasarımın izometrik görüntüsü.



Şekil 10: Tasarımın yandan görüntüsü.

Tasarımın Matlab modellemesi, sensör ve actuatörler ile birlikte şu şekildedir:



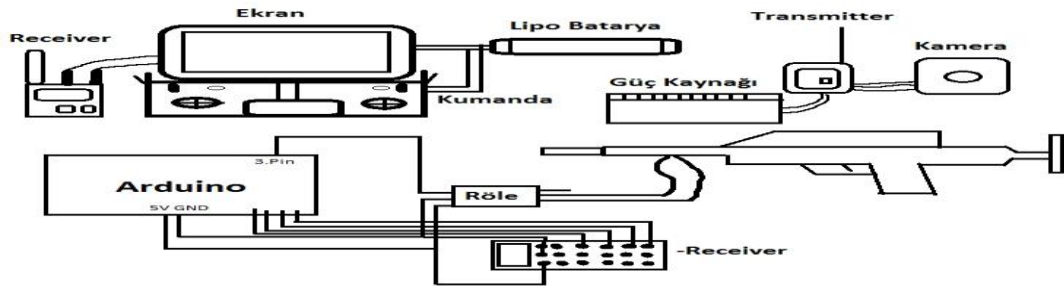
Şekil 11: Tasarımın Matlab programında modellenmiş hali.

Matlab programındaki tasarlanan sistemin oluşturulmuş blok diyagramı ise aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Sistemin kamera kısmı anlatılacak olunursa, 12 V ile çalışan kamerayı ekran ile kablosuz olarak haberleştirmek için transmittere bağlanmıştır. Transmitteri de güç kaynağına bağlayarak devrenin gerilim beslemesi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kameradan hedefin belirlenebilmesi için sistemde silahın üst kısmına lazer konulmuştur.

4.2.1-Kullanılacak olan elemanların bağlantı şeması

Sistemde kullanılacak olan ekipmanların bağlantı şeması aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



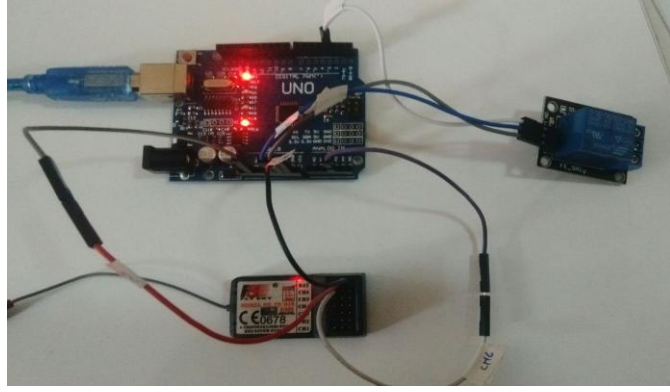
Şekil 14: Kullanılacak olan ekipmanların bağlantı şeması.

Ekipmanların bağlantı ilişkileri ise;

- Receiver → Ekran
- Receiver → Lipo Batarya
- Kumanda → Lipo batarya
- Kamera → Transmitter
- Transmitter → Güç Kaynağı
- Ardunio → Röle → Silah
- Receiver → 5V → GND → Ardunio şeklindedir.

4.2.2 Sistemin tetik mekanizması kısmı

Burada amaçlanan şey, 6 adet kanala sahip olan kumandanın herhangi bir kanalının röle vasıtasıyla, sistemde kullanılacak olan silahın uzaktan kontrollü olarak kumanda ile ateş edilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 15: Tetik mekanizması için kullanılacak olan ekipmanlar.

Burada yapılacak olan işlem;

Rölenin Sinyal bacağını Arduino'nun dijital 3. Pinine bağlanmıştır. Röle ve Receiver'ın 5V ve GND sini Arduino üzerinden beslenmiştir. Kumanda üzerinden tetiği kontrol etmek için receiverdaki 6. Kanalı ve kumandadaki Switch C yi kullanılmıştır. Rölenin Normalde kapalı olan iki çıkışını Silaha bağlayarak switch C nin ON-OFF hareketine bağlı olarak röleyi, dolayısıyla silah tetiklenmiş olmaktadır. Arduino için gerekli olan gerilimi 12V'luk güç kaynağı ile beslenmektedir.

4.2.3 Sistemde kullanılacak olan uzaktan kontrol cihazı

Sistemde kullanılacak olan kumandanın 6 adet kanalı bulunmaktadır. Bu kanalları kullanım amaçları şöyledir.

- Tetik mekanizması,
- Sistemin alt tarafında bulunan motoru oynatma,
- Sistemin üst tarafında bulunan motoru oynatma,
- Sistemde kullanılacak olan stabilize fonksiyonunun açılıp kapanması şeklinde.



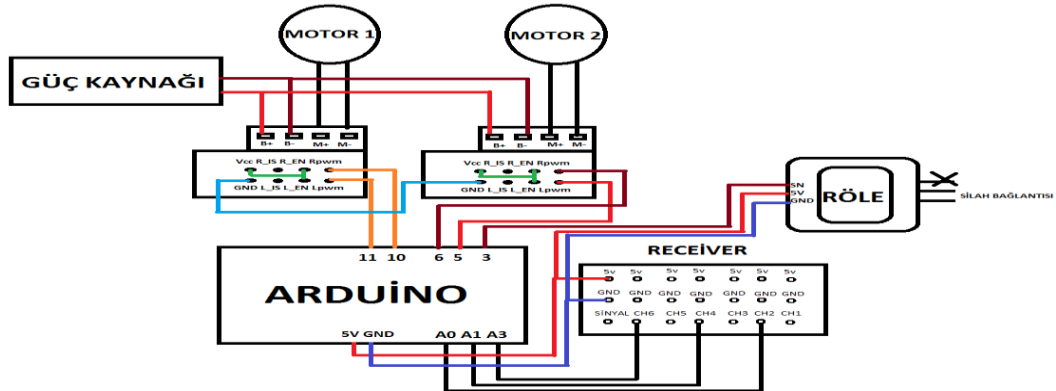
Şekil 16: Sistemin uzaktan kontrolü için kullanılacak olan kumanda.

Bu kısımda yapılacak olan işlem;

Kumanda ve ekranı tek lipodan beslemek için gerilim ve toprakları ortak yapılmış ve lipo batarya ya bağlanmıştır. Kumandanın ikinci, üçüncü, beşinci ve altıncı kanalları kullanılmıştır. Erkek ve dişi jumperlar ile bu kanalları arduionun analog pinlerine (A0-A1-A2-A3) ve tetik için dijital 3. pinine bağlanmıştır.

4.2.4-Sistemin Kontrol Kısımı

Sistemin kontrol şeması aşağıda verilmiştir.



Şekil 17: Sistemin kontrol şeması.

Güç kaynağı ile sürücüler ve sistemin üst kısmının beslemesi sağlanmıştır. Kumanda dan receiveye gelen sinyaller, farklı kanallar kullanılıp ardunioya gönderilip, arduniodaki yazılım sayesinde hatlara çıkış verilmiştir. Ardunio geliştirme kartı üzerinden sürücülere 2 şer adet toplamda 4 tane kontrol kanalı çekilmiş ve sürücülere RPWM ve LPWM hatlarına bağlanmıştır. Sürücünün VCC, R_EN, L_EN hatlarının birbirine kısa devre yapılmıştır. Güç kaynağından yukarı çekilmiş olan hat üzerine DC-DC dönüştürücü kullanılarak yukarı hatta 5V luk çıkış sağlanmıştı ve lazer bu hattan beslenmiştir.

4.5 Sistem Test Düzenegi

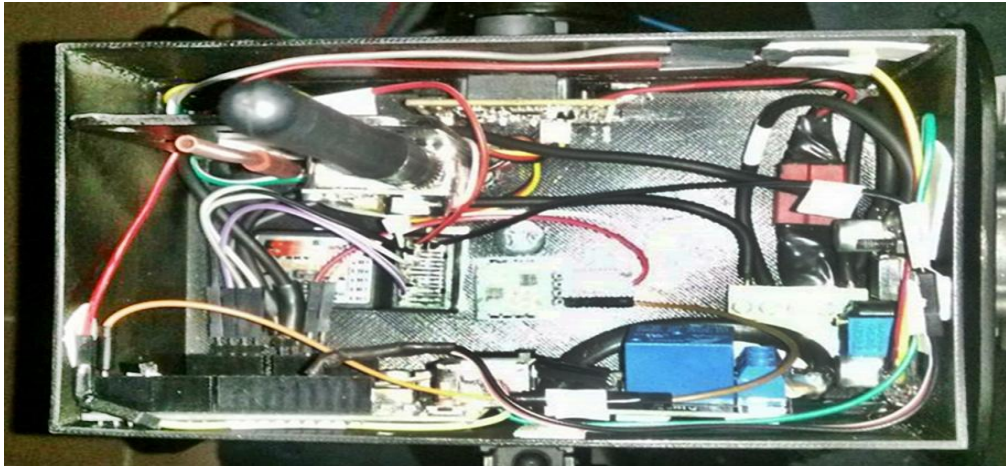
Sistemin mekanik imalatı aşamaları anlatılacak olunursa;

Öncelikle sac plakalar alınıp, tasarımın ölçülerine göre kesim yapılmıştır. İstenilen hassasiyette kesim yapılabilmesi için plazma kesimle hassas kesim yapılmıştır. Motor kafaları için yarıklar ve kanallar açılmıştır. Köşelerin radius işlemleri de plazma kesim ile yapılmıştır. Motorların bağlantıları için torna ve freze kullanılarak kaplinler yaptırılmıştır. Motorun kama kanalına uygun kanallar kaplin içerisine açılmıştır. Yatakların daha güzel olması için ise torna tezgahı kullanılarak yataklı rulmanlar projeye uygun olarak üretilmiştir. İmalat aşamasında yapılan kaynak işlemlerinin taşlanması için ise fleksi taşlar kullanılmıştır ve pürüzlü yüzeylerin pürüzleri giderilmeye çalışılmıştır. Parçaların montajları yapıldı ve test işlemleri gerçekleştirilmiştir. Test işlemlerinden sonra ise parçalar ayırarak boyama işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 22:Mekanik İmalat sonrası sistemin görüntüsü.

Sistemde kullanılacak olan aygıtların tek tek testleri yapıldıktan sonra, aygıtların birleştirilmiş hali ile gerekli testler yapılmıştır. Bu işlemler daha önceki sayfalarda bahsedilmiştir. Son olarak silahın bağlı olduğu sistemin üst kısmına, Mekatronik Mühendisliği Prototip Üretim Laboratuvarında bulunmakta olan 3 boyutlu yazıcı ile üretilen kutuya Arduino, Röle, İMU, Transmitter, Receiver ve Kamera montajı yapılmıştır.

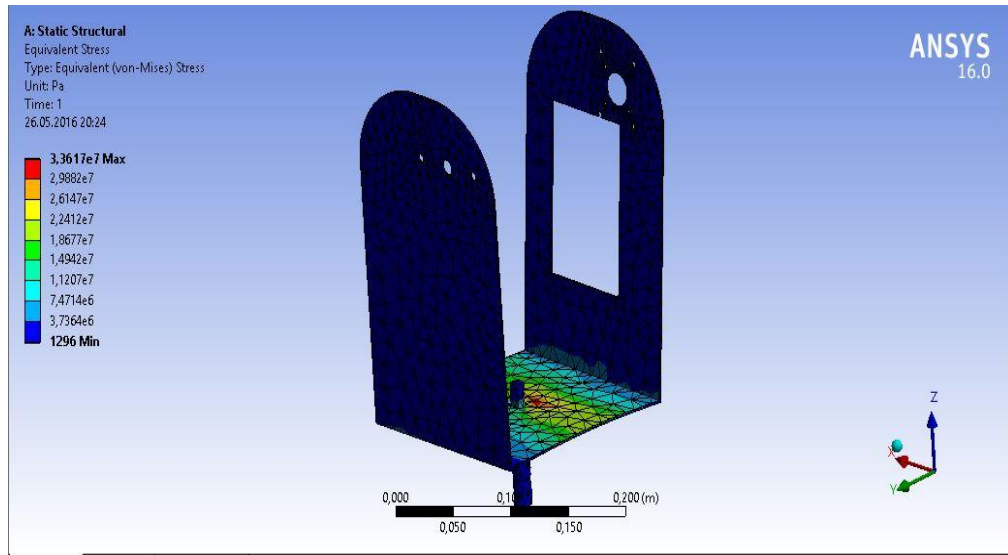


Şekil 23:3D yazıcıdan üretilen kutuya malzemelerin montaj yapılmış hali.

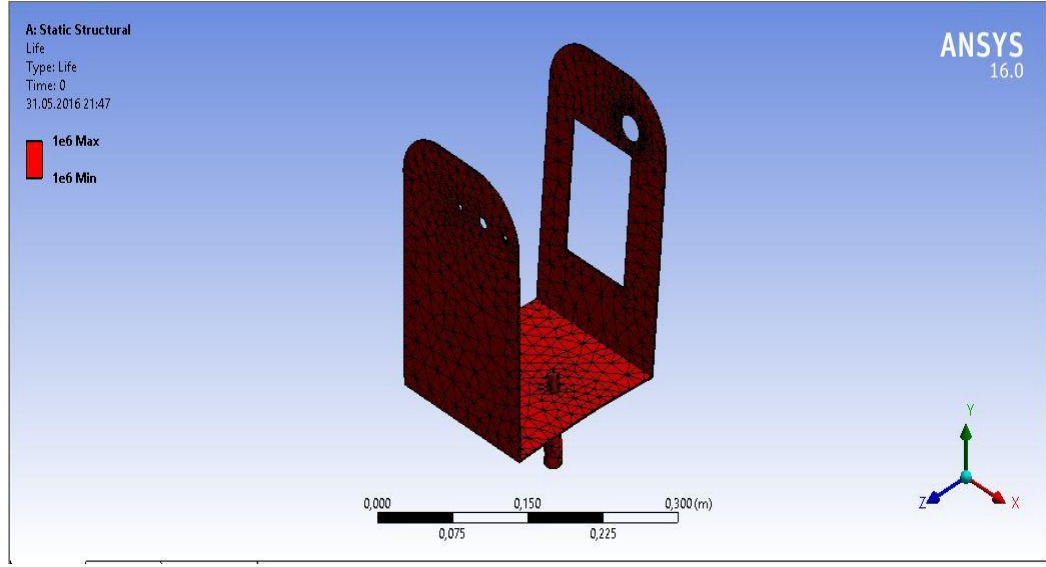
5- SİMÜLASYON SONUÇLARI

Sistem için olumlu sonuçlara ulaşmak amacıyla, simülasyon programları kullanılarak belirli testler yapılmıştır. Bu testler ANSYS programı kullanılarak sistemin gerilme analizleri, sistemin dayanıklılığı bunlardan bazıları

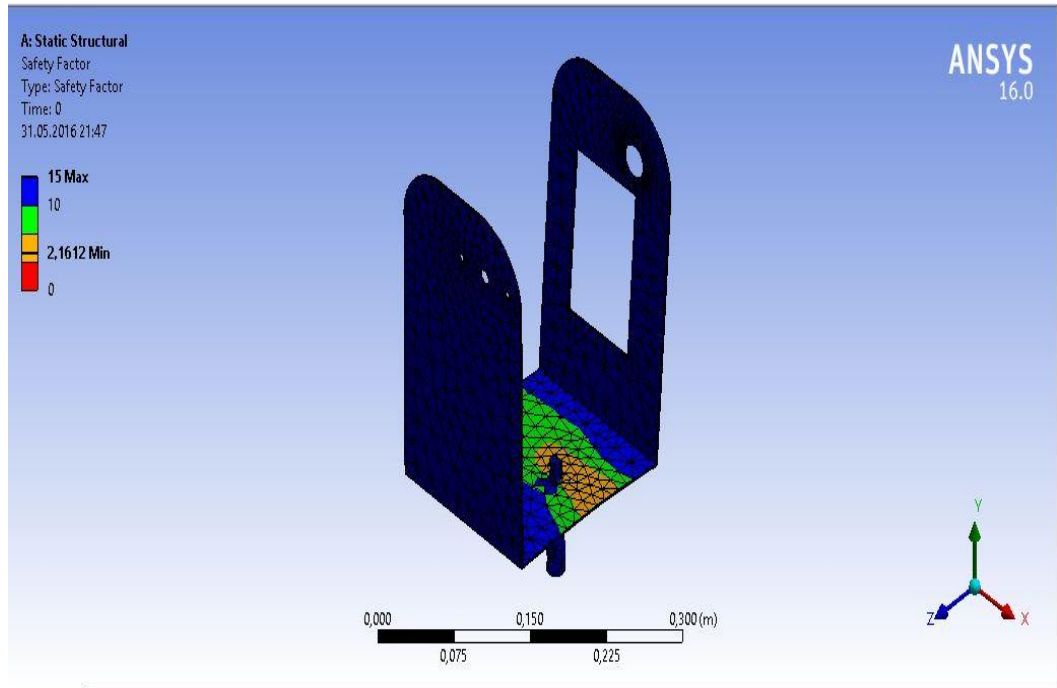
Bu sistem için yapılan diğer simülasyonlar, ANSYS programı kullanılarak alt ve üst platformun gerilme, deformasyon ve ömür analizleri ve Matlab programı kullanılarak sistem için alınacak olan motorlar için gereken tork değerleri bulunmuştur. Analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.



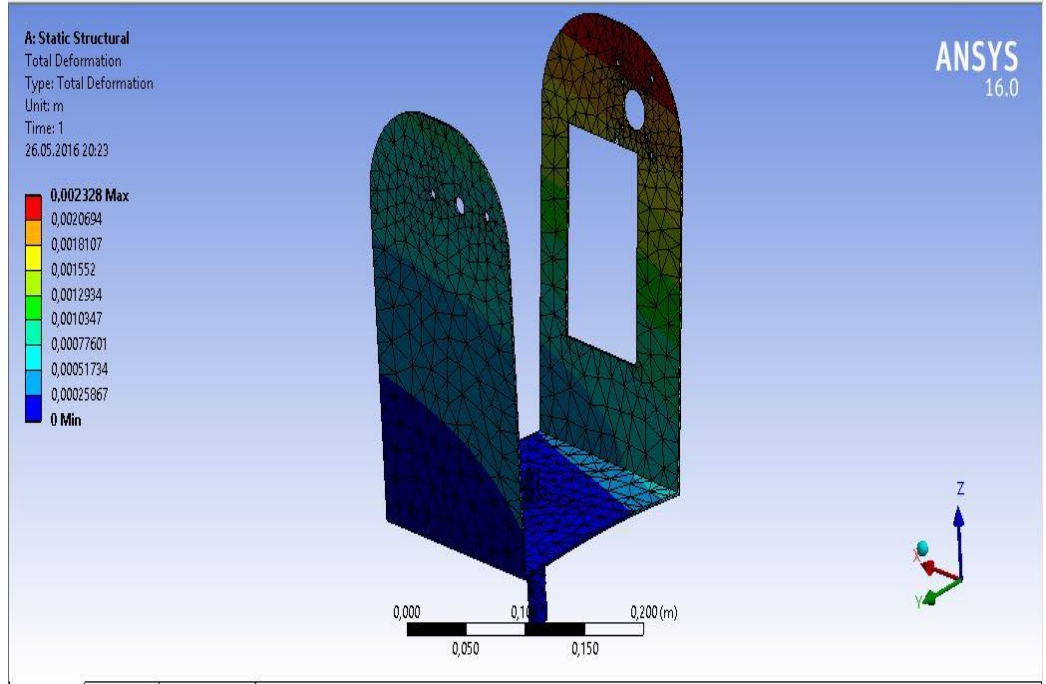
Şekil 25:ANSYS programı sonucu üst platformun gerilme analizi sonuçları.



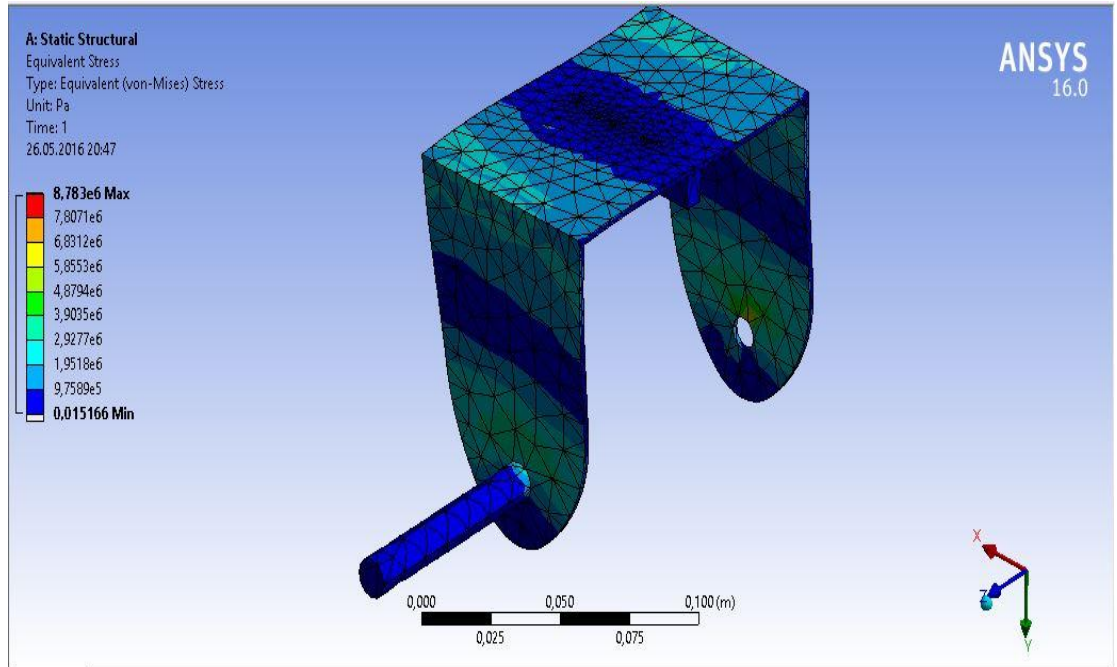
Şekil 26:ANSYS programı sonucu üst platformun ömür sonuçları.



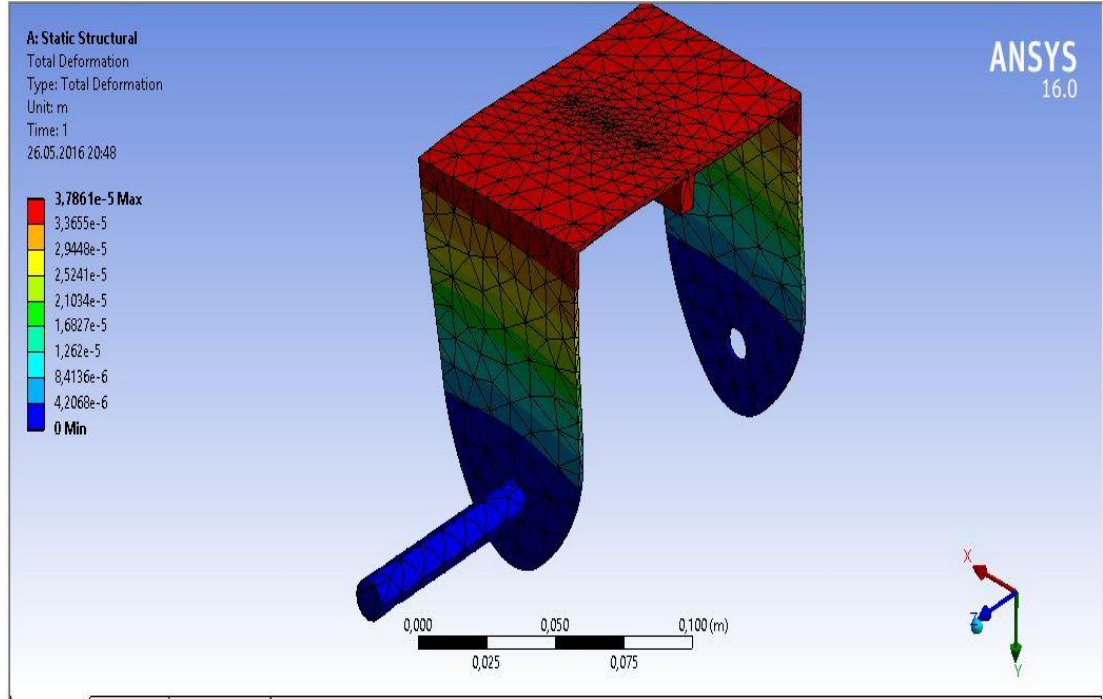
Şekil 26:ANSYS programı sonucu üst platform için güvenlik katsayısı hesabı.



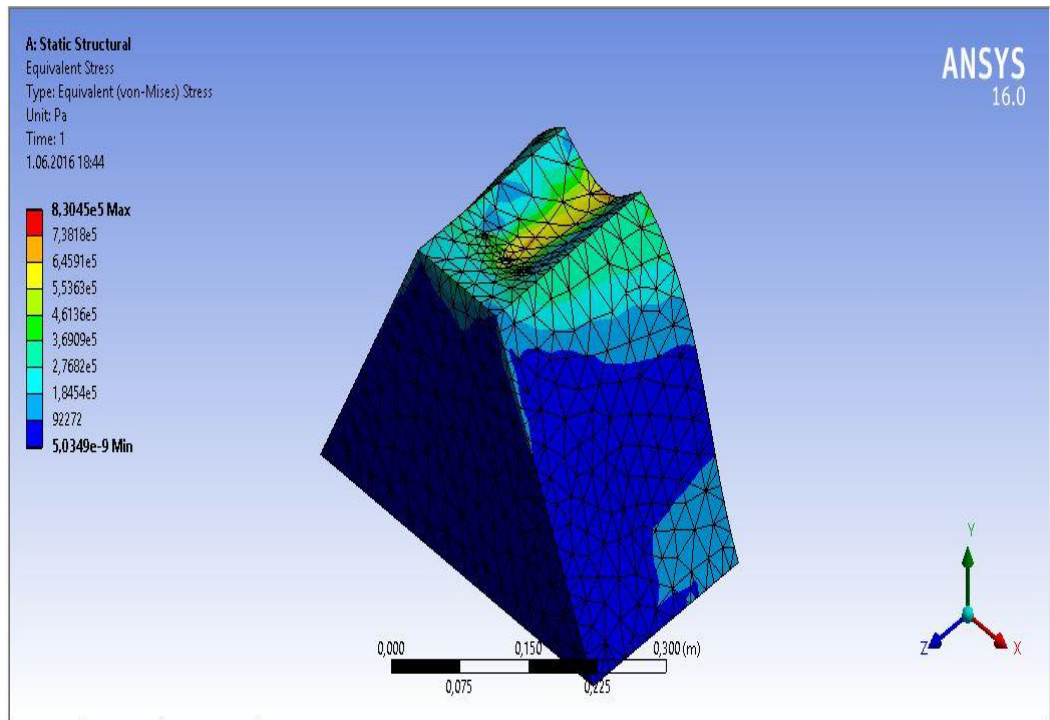
Şekil 27:ANSYS programı sonucu üst platform için toplam deformasyon sonucu.



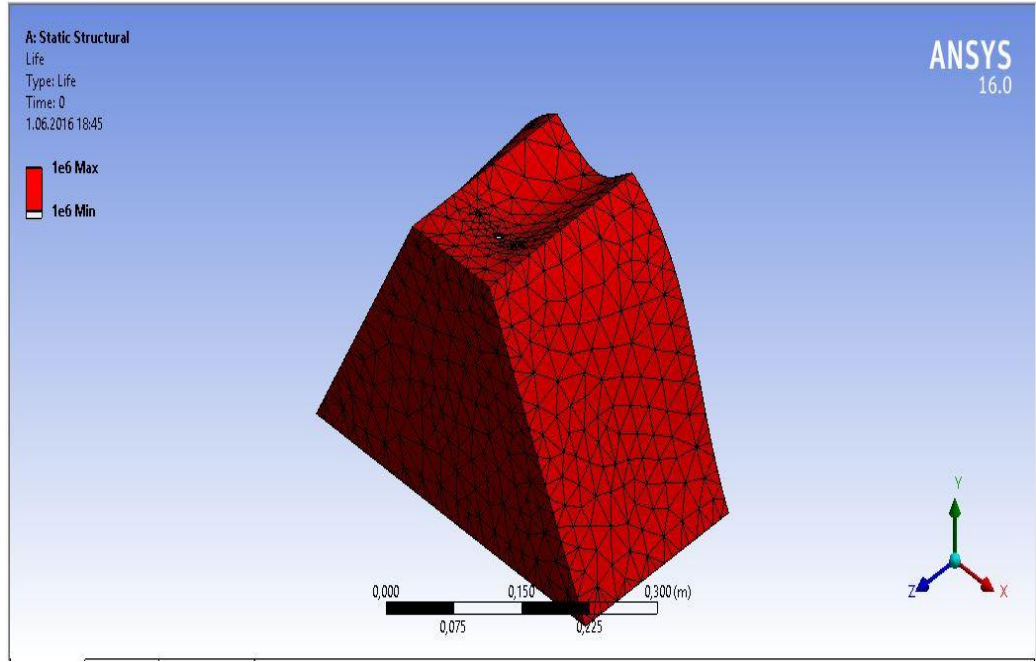
Şekil 28:Von-mises kriterine göre üst platform için gerilme sonucu.



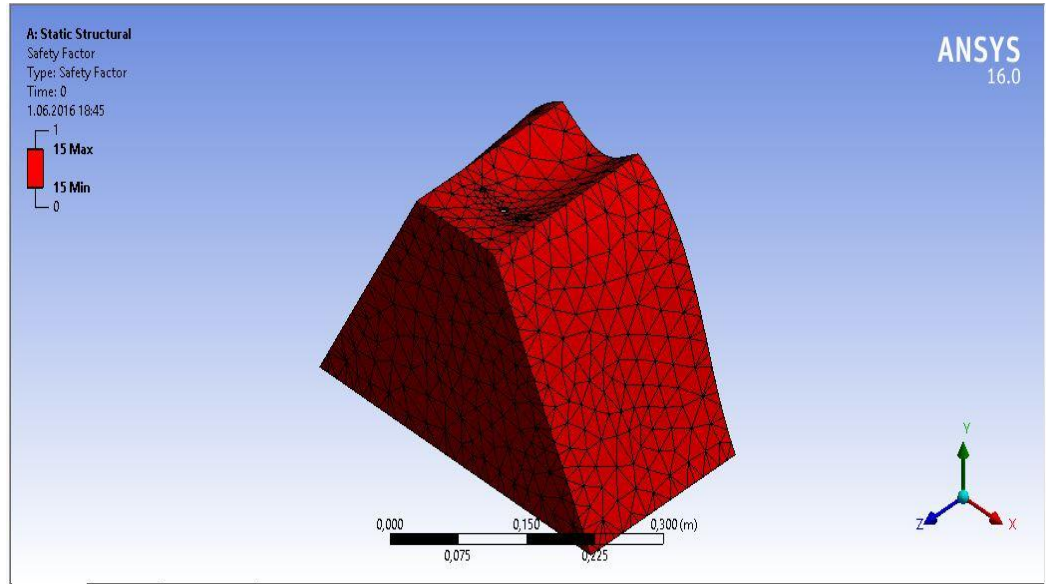
Şekil 28:Silahın bağlandığı platform için total deformasyon sonucu.



Şekil 29:Alt platform için gerilme analizi sonucu.

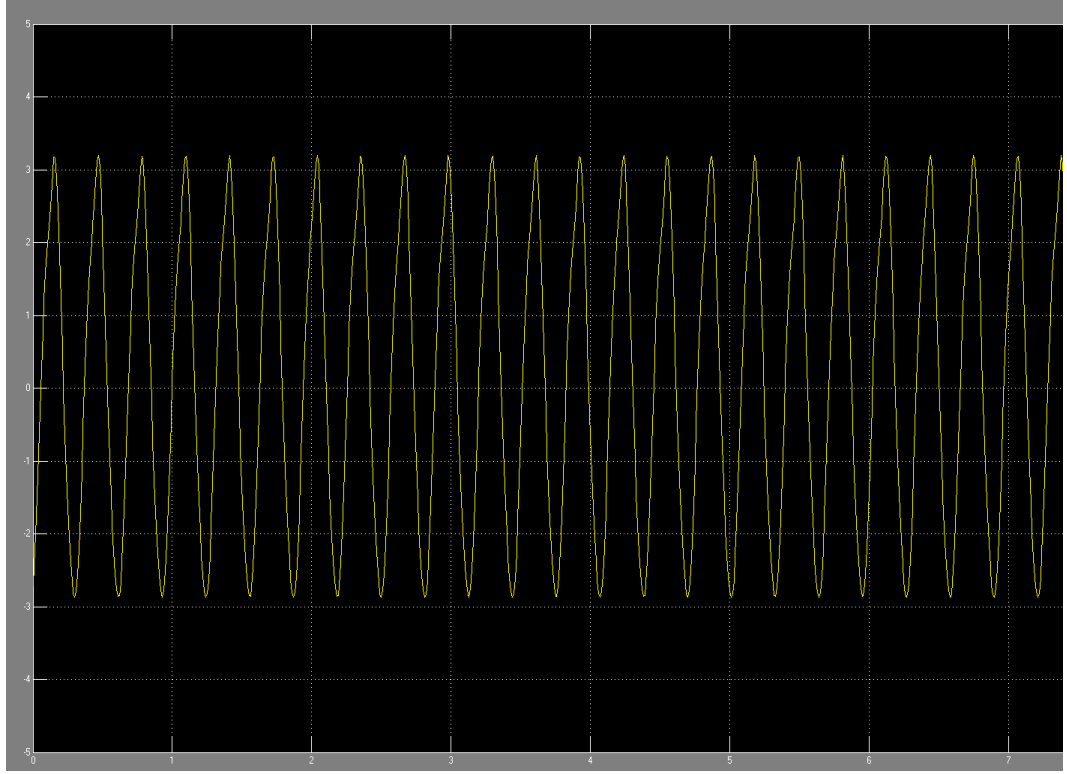


Şekil 30:Alt platform için ömür sonucu.

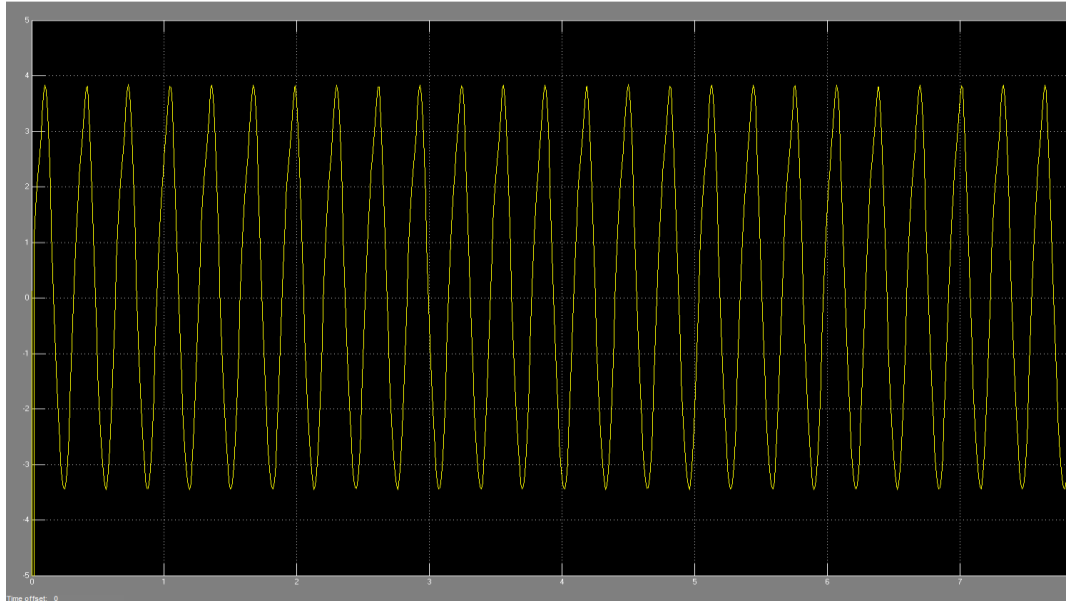


Şekil 31:Alt platform için güvenlik katsayısı hesabı.

Matlab sonuçları ise aşağıdaki resimde verilmektedir.



Şekil 32:Üst kısımda bulunan motor için gerekli olan tork değer grafiği.



Şekil 33:Alt platformda bulunan motor için gerekli olan tork değer grafiği.

6- PROJE İŞ-ZAMAN PLANI

Yapılacak olan iş- zaman çizelgesi aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1:Proje için uygun görülen iş-zaman çizelgesi.

GÖREV ADI	Kasım 15					Aralık 15					Ocak 16					Şubat 16				Mart 16				Nisan 16				Mayıs 16		
	1.11	8.11	15.11	23.11	29.11	6.12	13.12	20.12	27.12	3.1	10.1	17.1	24.1	31.1	7.2	14.2	21.2	28.2	6.3	13.3	20.3	27.3	3.4	10.4	17.4	24.4	1.5	8.5	15.5	22.5
1 Araştırma																														
2 Ön Tasarım																														
3 Nihai Tasarım																														
4 Nihai Tasarım Malzeme Temini																														
6 Kontrol Sistem Tasarımı																														
7 Kontrol Sistem Yazılımı																														
8 Sistem İmalatı																														
9 Sistem Testi																														

7- SONUÇ

Sistem, istenildiği bir şekilde tasarlanmış ve gerekli programlar ve montajlama işlemleri sonrası, sistemin son haline gelinmiştir.



şekil 32:Sistemin son halinin önden görünüşü



şekil 33:Sistemin son halinin bir görünüşü.



Şekil 34:Sistemin son halinin bir diğer görünüşü.

Sistemin son haline ulaşılabilmesi için, alınmış olan malzemelerin listesi, isimleri, adetleri, alındığı yerleri ve fiyatları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

NUMARA	MALZEME ADI	ADET	ALINDIĞI YER	FİYAT (TL)
1	Mekanik imalat	1	Uğurel Demir Doğrama KAYSERİ/DEVELİ	400TL
2	Ulaşım	1		100TL
3	Lion power 2200mAh 11.1v 25c 3s lipo battery	2	www.GittiGidiyor.com	200TL
4	Elektronik Parçalar		www.direnç.net	70TL
5	Şarj Cihazı	1	www.malzemeyeri.com	70TL

6	Karmos Motor	2	www.salter.com.tr	530TL
7	Motor Sürücü (bts7960b-20) ve Arduinio nano	2	www.robotistan.com/bts7960b-40-amper-motor-surucu-karti	170TL
8	Kargo Masrafları			20TL
9	Boya Malzemesi	1	NİĞDE/MERKEZ	10 TL
10	Güç Kaynağı	1		
11	Airsoft Silah	1	http://urun.n11.com/airsoft-silahlar/ics-m4a1-6mm-assault-rifle-airsoft-tufek-P15054774	1390 TL
12	Kamera Transmitter-Reciever Monitör	1	http://www.aliexpress.com/item/RC-FPV-Combo-Boscam-5-8Ghz-200mw-video-audio-Transmitter-Receiver-HD-Monitor-For-CCTV-Gopro/1991722927.html	187 TL
13	Uzaktan Kumanda	1	http://www.aliexpress.com/item/Hot-Original-Flysky-FS-T6-2-4GHz-6CH-Mode-2-Transmitter-and-Receiver-R6-B-for/32339032870.html	155 TL
14	IMU	1	http://www.aliexpress.com/item/Serial-port-jy901-10-Axis-mpu6050-Attitude-sensor-module/32374342038.html	69 TL
			TOPLAM	3371 TL

KAYNAKLAR

- [1] J. P. Quinn, Dual Elevation Weapon Station and Method of Use, 2004, Patent No. US 6,769,347B1, Recon/Optical Inc, Barrington, IL, US.
- [2] L. N. Darnall, Anti-Tank Guided Missile Weapon, 2006, Patent No. US 7,086,318 B1, BAE Systems Land & Armaments L.P., Arlington, VA, US.
- [3] Jean-Philippe P. B. Allais, Fontaine la Mallet; Alain R. Guillermond, Maneglise; Pascal G. Rouyer, Mechanical Servosystem For Optical Aiming Device, 1990, Patent No. US 4,970,938, Societe Nationale d'Etude et de Construction de Moteurs d'Aviation, Evry Cedex, France.
- [4] S. Robert, S. Martin, A compact, fully stabilised, four axes, remote weapon station with independent line of sight, 2008, Patent No. EP 1 923 657 A1, Winblad, Hans Peter Albiöns Stockholm AB, SE.
- [5] Ben A. Greene, S. Greene, Autonomous Weapon System, 2007, Patent No. US 7,210,392 B2, Electro Optic System Pty Limited Queanbeyan (AU).

