TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANSIZ SUALTI SİSTEMLERİ YARIŞMASI
KRİTİK TASARIM RAPORU

TAKIM ADI: MARILL ROV

KATEGORİ: İNSANSIZ SU ALTI SİSTEMLERİ

TAKIM (BAŞVURU) ID: 423048

İçindekiler

1. Rapor Özeti ... 4
2. Takım Şeması ... 5
3. Proje Mevcut Durum Değerlendirmesi ... 5
3.1 Mekanik Tasarımın Geliştirilmesi ... 5
3.2 Blok Şemanın Detaylandırılması ... 6
3.3 Ara yüz Tasarımının Revize Edilmesi ... 6
3.4 Alüminyum Sac Parçasının Değiştirilmesi ... 7
3.5 Daha Fazla Bilgi Edinimi İçin Araştırma Yapılması ... 7
4. Araç Tasarımı ... 8
4.1 Sistem Tasarımı ... 8
4.1.1 Blok Şema ... 8
4.2 Aracın Mekanik Tasarımı ... 9
4.2.1 Mekanik Tasarım Süreci ... 9
4.2.2 Malzemeler ... 11
4.2.2.1 Motorlar ... 11
4.2.2.2 Aracın İskeleti ... 11
4.2.2.3 Hazne ... 12
4.2.2.4 Pnömatik Su Altı Tutucu Sistemi ... 12
4.2.2.5 Alüminyum Sac ... 12
4.2.3 Üretim Yöntemleri ... 13
4.2.3.1 Üç Boyutlu Yazıcı ile Üretim ... 13
4.2.3.2 CNC İşleme ile Alüminyum Pervane Üretimi ... 13
4.2.3.3 Silikon Döküm ile Kalıp Üretimi ... 14
4.2.3.4 Poliüretan Sıvı Plastik İle Üretimi ... 14
4.2.3.5 Epoksi İle Kaplama ... 14
4.2.3.6 Zımpara ile Pürüz Giderme ... 15
4.2.4 Fiziksel Özellikler ... 15
4.3 Elektronik Tasarım, Algoritma ve Yazılım Tasarımı ... 16
4.3.1 Elektronik Tasarım Süreci ... 16
4.3.2 Algoritma Tasarım Süreci ... 18
4.3.2.1 Octomini Su Altı Kontrolcüsü Algoritma Tasarımı ... 18
4.3.2.2 Kumanda Modülü Algoritma Tasarımı ... 18
4.3.2.3 Marill ROV Pilot Kontrol Yazılımı Algoritma Tasarımı ... 19
4.3.2.4 Otonom Görev Algoritma Tasarımı ... 19
4.3.3 Yazılım Tasarım Süreci ... 19

4.3.4 Dış Arayüzler 20
5. Güvenlik 21
5.1 Çalışma ortamı güvenliği 21
5.2 Mekanik güvenliği 21
5.3 Elektrik-elektronik güvenliği 21
5.4 Yazılım güvenliği 21
6. Test 22
6.1 Motor-ESC Kontrol Testi 22
6.2 Pnömatik Su Altı Tutucu Testi 22
6.3 Kameradan Görüntü Alma Testi 23
6.4 CanBus Haberleşme Testi 23
7. Tecrübe 23
7.1 Pervane seçimi 23
7.2 Poliüretan Sıvı Plastik ile Pervane Üretimi 24
7.3 Alüminyum Pervane Parçamız İçin Boya Seçimi 24
8. Zaman, Bütçe ve Risk Planlaması 24
8.1 Zaman Planlaması 24
8.2 Bütçe Planlaması 25
8.3 Risk Planlaması 25
9. Özgünlük 26
9.1 CNC işlemeyle alüminyum pervane üretimi 26
9.2 Batarya Tasarımı 26
9.3 Marill Rov İnternet Sitesi 26
9.4 Hazne İçi Düzenleyici 27
9.5 İstasyon Tasarımı İçin Kutu Üretimi 27
10.1 DEGZ Firmasından Alınacak Olan Yerli Ürünler 28
10.2 Hazne Düzenleyici 30

1. Rapor Özeti

Marill ROV takımı olarak ilk kez katıldığımız bu yarışmada amacımız; özgün ve yerli bir su altı aracı üretmek, takım üyelerine tecrübe katmak ve bu konuda bir farkındalık kazandırmaktır.

Bu raporda; rapor özeti, takım şeması, proje mevcut durum değerlendirmesi, araç tasarımı, güvenlik, test, tecrübe, zaman-bütçe-risk planlaması, özgünlük, yerlilik ve kaynakça olmak üzere toplam 11 adet başlık bulunmaktadır.

Takım şeması başlığında, takımımız üyelerimizin görev dağılımı ve ekip organizasyonu şemamız bulunmaktadır.

Proje mevcut değerlendirmesi kısmında, takımımızın ön tasarım raporunun değerlendirmesi yapılmıştır. Ön tasarım raporundan sonra yapılan değişiklikler ve bu değişikliklerin nedenleri açıklanmıştır.

Araç tasarımı başlığı, sistem tasarımı, mekanik tasarım süreci, elektronik tasarım, algoritma ve yazılım tasarım süreci olmak üzere üç alt başlıkta incelenir. Sistem tasarımı başlığında, detaylı blok şemamız yer alıyor. Mekanik tasarım süreci kısmında, aracın mekanik tasarımı ve aracın mekanik özellikleri verilmiştir. Elektronik tasarım, algoritma ve yazılım tasarım süreci başlığında ise aracın elektronik tasarım süreci adım adım anlatılıp kullanılacak malzemeler hakkında bilgi verdik ve neden bu malzemeleri seçtiğimizi anlattık. Algoritma tasarım sürecinde akış diyagramlarını verdik. Yazılım tasarım sürecinde, algoritmaların yazılım süreçlerini anlattık ve hangi programlama dillerini seçtiğimizden bahsettik.

Güvenlik başlığında aracı yaparken aldığımız önlemleri anlattık. Bu başlığı; çalışma ortamı güvenliği, mekanik güvenliği, elektrik elektronik güvenliği ve yazılım güvenliği olmak üzere 4 alt başlığa döktük.

Test bölümünde araca ve araç parçalarına uyguladığımız testlerden söz ettik. Ayrıca gelecek zamanda yapılacak testleri de anlattık.

Tecrübe başlığında, yaptığımız hatalar ve bunlarla nasıl başa çıktığımızdan bahsettik.

Zaman, bütçe ve risk planlaması kısmında, bu başlıklar için yaptığımız tablolara yer verdik.

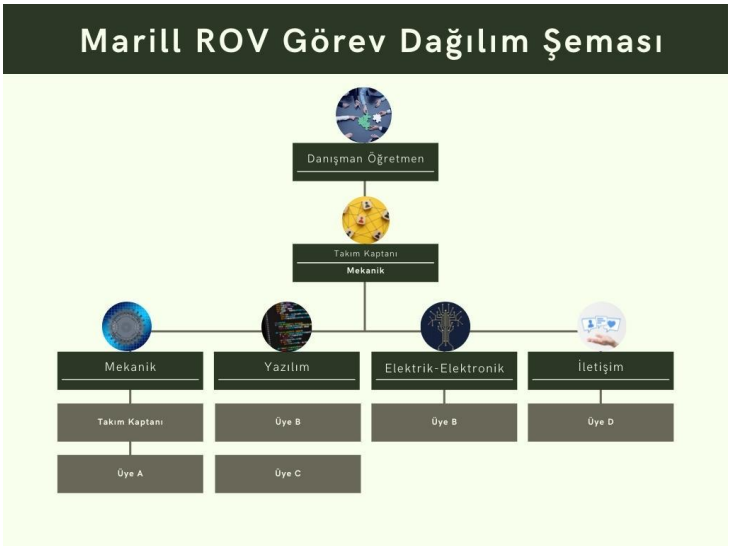
Özgünlük kısmında aracımızın özgün taraflarını anlattık.

Yerlilik başlığında, bizim için yerliliğin öneminden bahsettik ve aracın yerli kısımlarını anlattık.

Son olarak takımımızın bilgi ve tecrübe edindiği kaynaklar, kaynakça başlığında verilmiştir.

2. Takım Şeması

Takımımız görev dağılımını toplamda 4 ana başlıkta görevlendirme vererek yaptık. Bu ana başlıklar; mekanik, yazılım, elektronik-elektronik ve iletişim olarak isimlendirilmiştir.



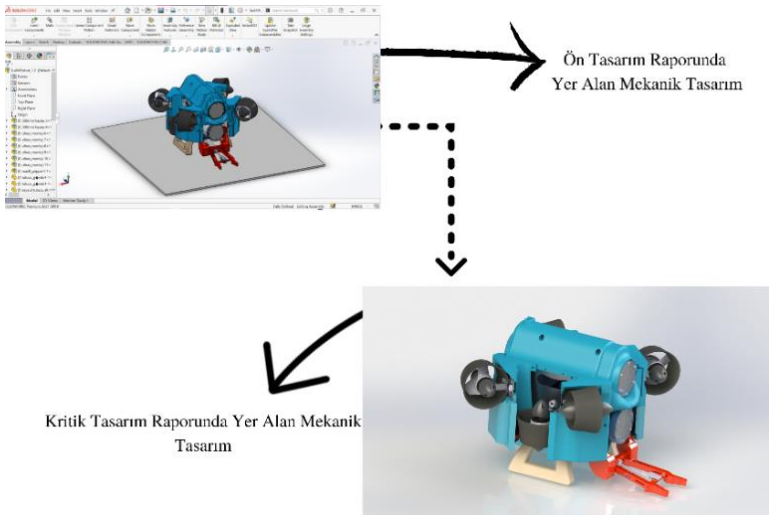
Şekil 1: Marill ROV Görev Dağılımı

3. Proje Mevcut Durum Değerlendirmesi

Nisan ayında yüklediğimiz Ön Tasarım Raporu (ÖTR) sonucunda 100 üzerinden 93 puan alarak başarıyla geçilmiştir. Ön Tasarım Raporu'nun eksik noktaları, hakem yorumları ve detaylı incelemesi yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucu bazı değişikliklere gidilmiştir.

3.1 Mekanik Tasarımın Geliştirilmesi

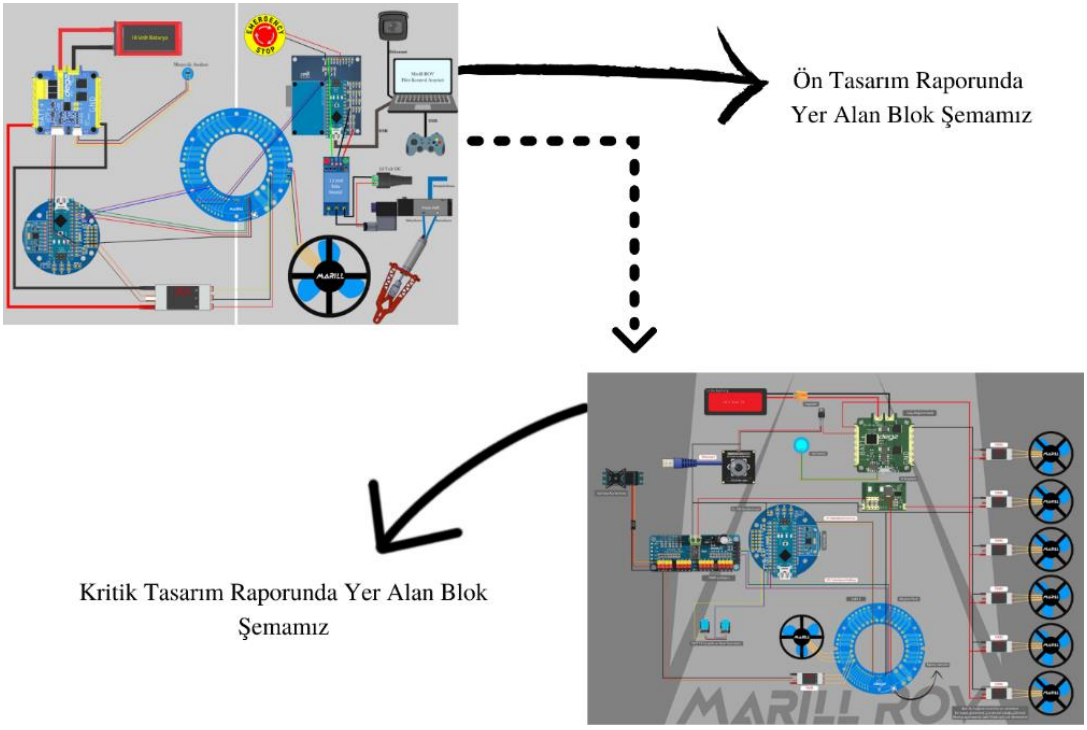
Ön Tasarım Raporunda yer alan mekanik tasarımımız üzerine bazı geliştirmeler yaptık. Bu gelişmeler başlıca: aracın iç yüzeylerine suyun etkisini azaltmasını ön gördüğümüz için aracın alt kısmını kapatmaya karar verdik. Yaptığımız başka bir değişiklik ise manyetik anahtar (batarya gücünü kesecek güvenlik elemanı) elemanı için kolayca erişilebilecek üst kısma bir yuva çizildi. Ayrıca kapsül içi elektronik bileşenler çizildi ve kameraya hareket özelliği kazandıracak servo motorlu bir sistem tasarlandı.



Şekil 2: Ön Tasarım ve Kritik Tasarım Raporunda Kullandığımız Mekanik Tasarımların Karşılaştırılması

3.2 Blok Şemanın Detaylandırılması

Ön Tasarım Raporunda kullandığımız blok şemanın eksik yönlerini belirledik ve bu eksiklikleri göz önüne alıp blok şemayı daha detaylı hale getirdik. Sistemin blok şemasını su üstü ve altı olmak üzere ikiye ayırarak şemanın okunmasını kolaylaştırdık. Şemada kullanılan malzemelerin model ve adlarını belirten baloncuklar eklenerek detaylar arttırıldı. Şema arka planı değiştirildi. Estetik ve özgün tasarım birlikte harmanlandı. Bunun sonucunda tasarım son halini aldı. Ön tasarım Raporunda kamera açı servosu, PCA9685 PWM çoklayıcı Modül, 2 adet DHT11 sıcaklık ve nem sensörü, 5V regülatör, LM7512 lineer regülatör, hava kompresörü, 12 Volt adaptör şemada yerini almazken, Kritik Tasarım Raporuna eklendi. İhtiyaçlar doğrultusunda kontrol istasyonuna dağıtıcı kart tasarlandı ve şemaya eklendi.

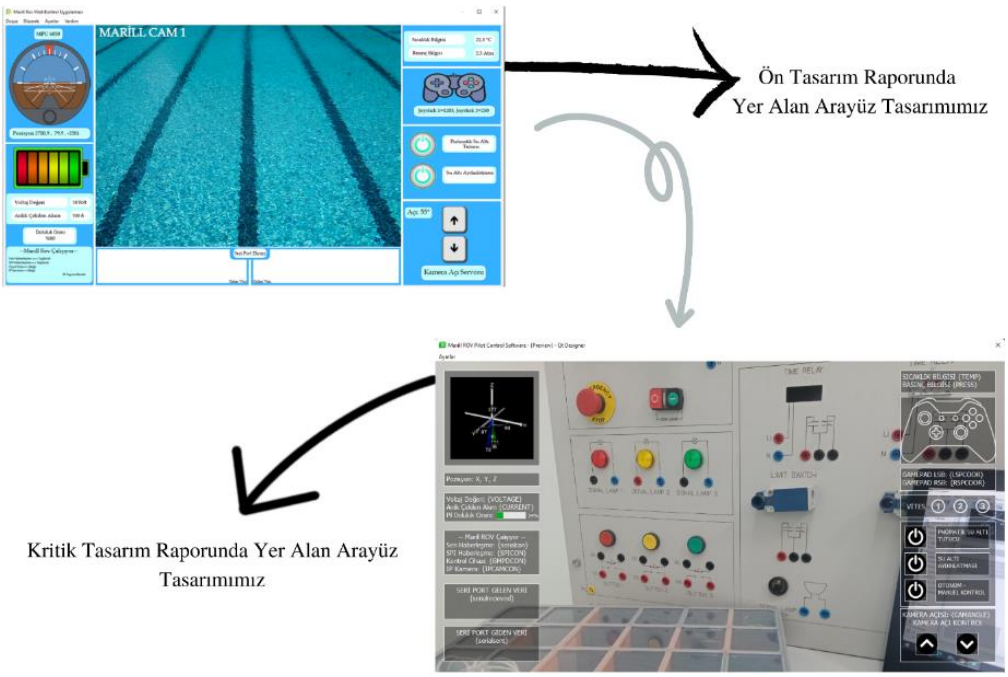


Şekil 3: Ön Tasarım ve Kritik Tasarım Raporunda Kullandığımız Blok Şemaların Karşılaştırılması

Ayrıca blok şemadaki karışıklığı önlemek adına, blok şema (4.1.1) ve üstteki görselde yer almayan istasyon tasarımı (4.1.2) olmak üzere ikiye ayırdık.

3.3 Ara yüz Tasarımının Revize Edilmesi

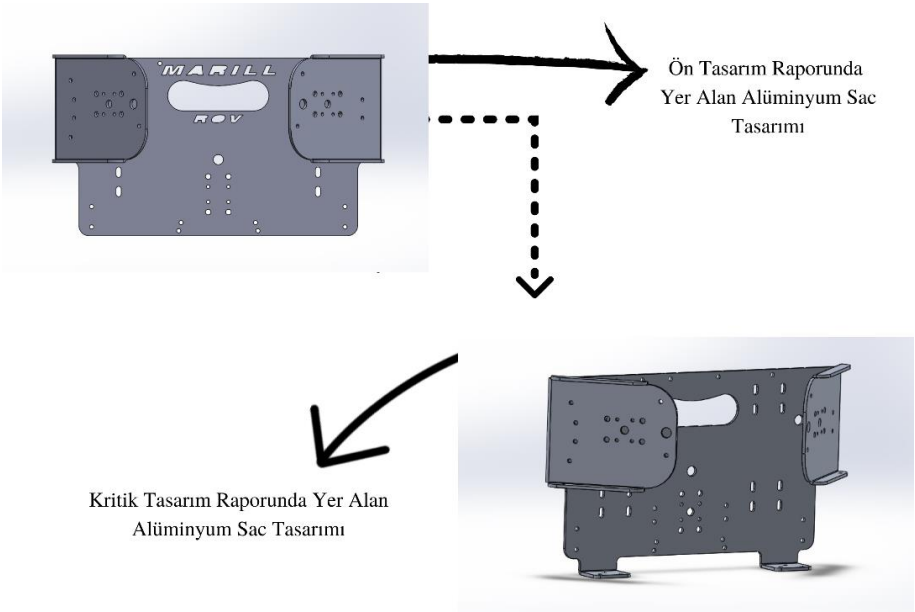
Ön Tasarım Raporunda tasarlanmış olan arayüz tasarımının geliştirilerek operasyona hazır hale getirilmesi sağlandı. Ön Tasarım Raporunda yer verdiğimiz arayüz tasarımına kıyasla daha detaylı ve kullanıma uygun bir arayüz tasarımı yapıldı. En son geliştirdiğimiz raporda; Ön Tasarım Raporu sürecinde tasarlamış olduğumuz arayüz formuna göre daha temiz, kompakt ve uygulanabilir bir görünüm tercih ettik. Bu sayede operasyon sırasında operatör, aracı kontrol ederken çevreye ve gelen bilgilere daha fazla hâkim olacak, daha sağlıklı bir geliştirme, test ve uygulama süreci gerçekleştirilecek.



Şekil 4: Ön Tasarım ve Kritik Tasarım Raporunda Kullandığımız Arayüz Tasarımlarının Karşılaştırılması

3.4 Alüminyum Sac Parçasının Değiştirilmesi

Ön Tasarım Raporundaki araç tasarımında kullanılan alüminyum sacta değişikliğe gidilmiştir. Önceki tasarıma kıyasla yeni bükülecek yerler eklendi, tasarladığımız kablo rekoruna uygun delik açıldı.



Şekil 5: Ön Tasarım ve Kritik Tasarım Raporunda Kullandığımız Alüminyum Sacların Karşılaştırılması

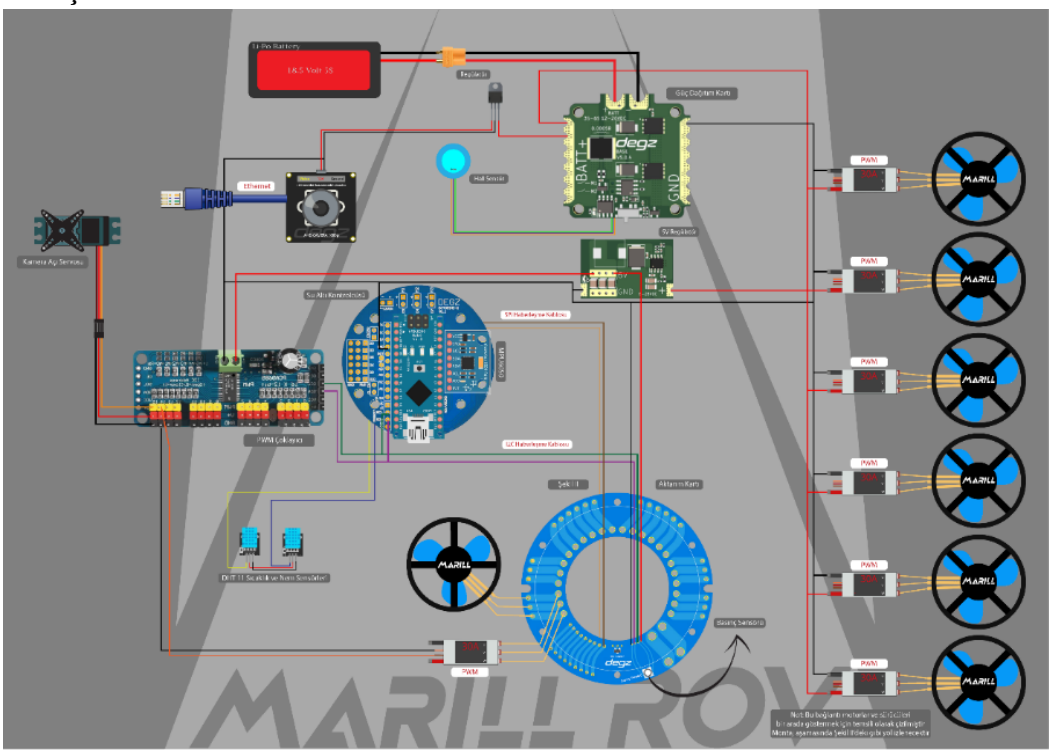
3.5 Daha Fazla Bilgi Edinimi İçin Araştırma Yapılması

Ön Tasarım Raporu hakem değerlendirme bölümünde raporun zayıf yönü olarak verilen "Referanslarda makale ve kitaplara yer verilmeli" yorumundan sonra daha detaylı bir çalışma yapmamız gerektiğinin farkına vardık. Kaynak sayımızı ve bilgilerimizi arttırdık.

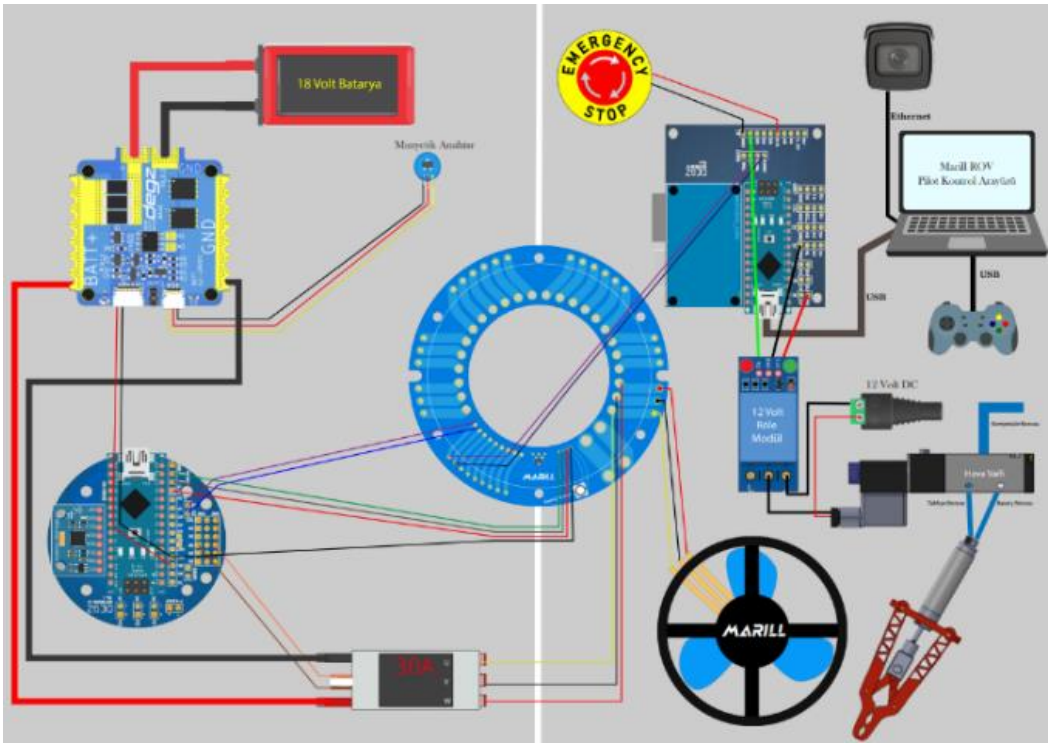
4. Araç Tasarımı

4.1 Sistem Tasarımı

4.1.1 Blok Şema

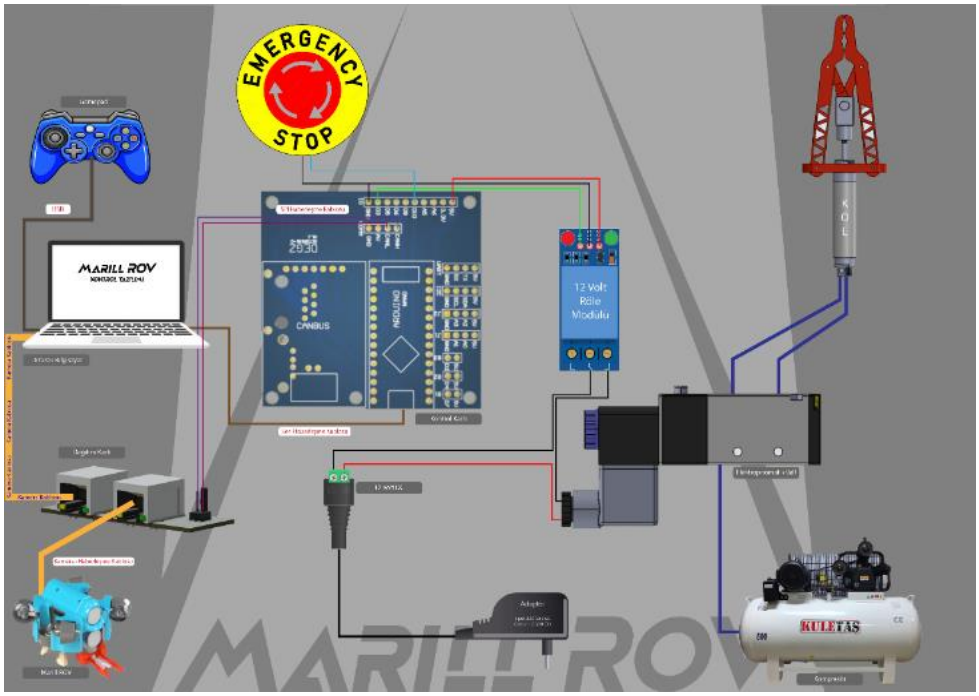


Şekil 6: Nihai Blok Şema



Şekil 7: Ön Tasarım Raporunda Yer Verdiğimiz Blok Şema

4.1.2 İstasyon Tasarımı Blok Şeması

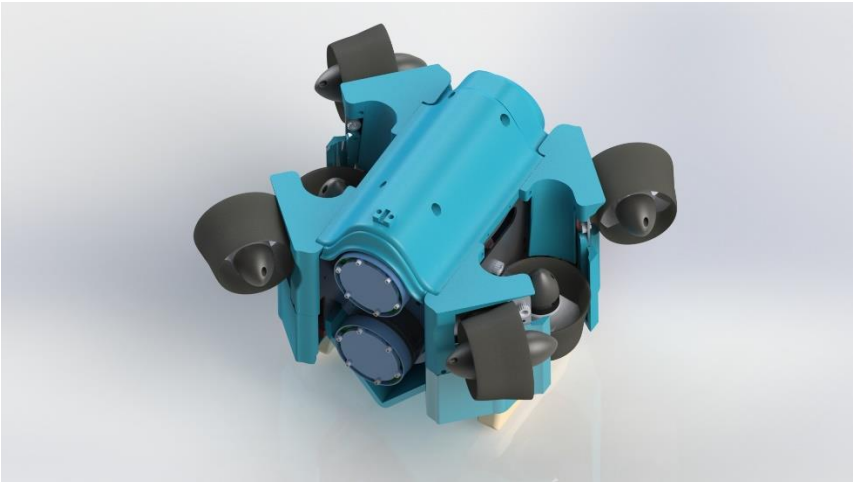


Şekil 8: İstasyon Tasarımı Blok Şeması

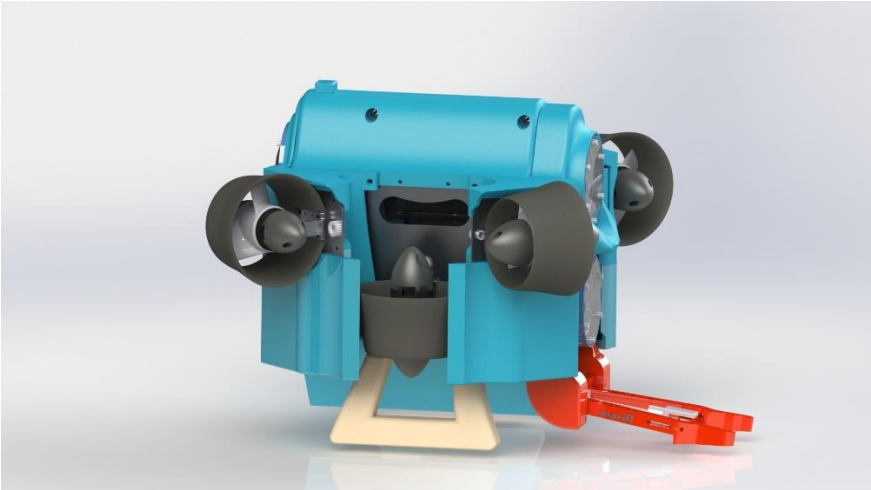
4.2 Aracın Mekanik Tasarımı

4.2.1 Mekanik Tasarım Süreci

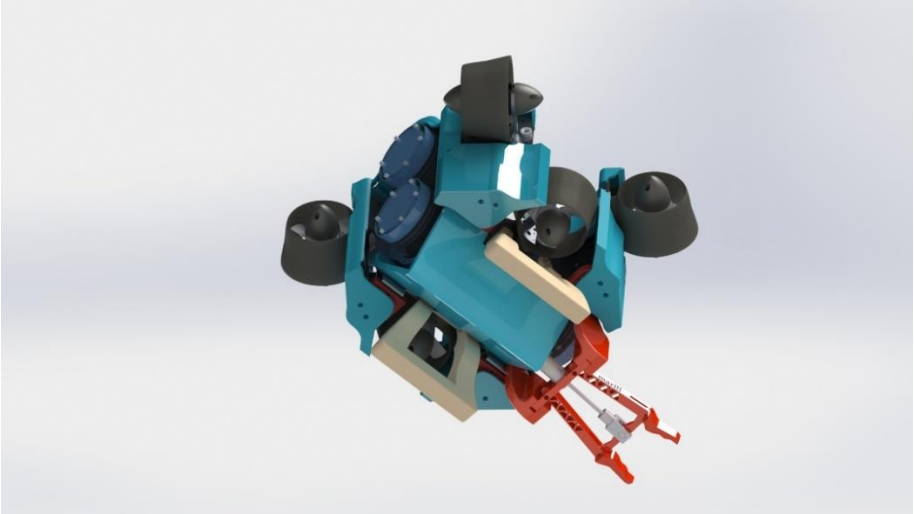
Aracın mekanik tasarım sürecinde bizim için en önemli husus tamamen özgün ve olabildiğince yerli bir tasarım planlamaktı. Aracın tasarımında özellikle dikkat ettiğimiz noktalar var. Bunlardan başlıcası kritik tasarım raporunda eklenen; aracın üst kısmına çizilen manyetik anahtar için açılan yuva, aracın alt kısmını kapatan parçalarımız ve alüminyum sacta yapılan değişikliktir. Manyetik anahtarlama (Hall sensörü) için açılan yuvaya, sensör yerleştirildikten sonra epoksi ile kaplanarak sızdırmazlık sağlanacaktır. Aracın alt kısmını oluşturan üçgensel parçalar ile hareket halindeki aracımızın daha dengeli hareket etmesini sağlayacağız. Alüminyum saca eklenen kısımlar ile aracın montajını kolaylaştıracağımızı düşündük ve eklemelerimizi de yaptık.



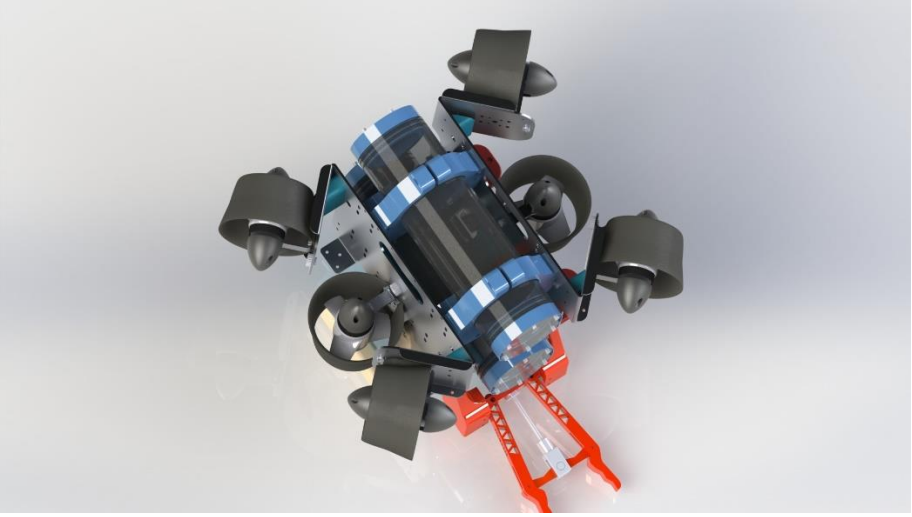
Şekil 9: Aracın Sağ Üstten Görünümü



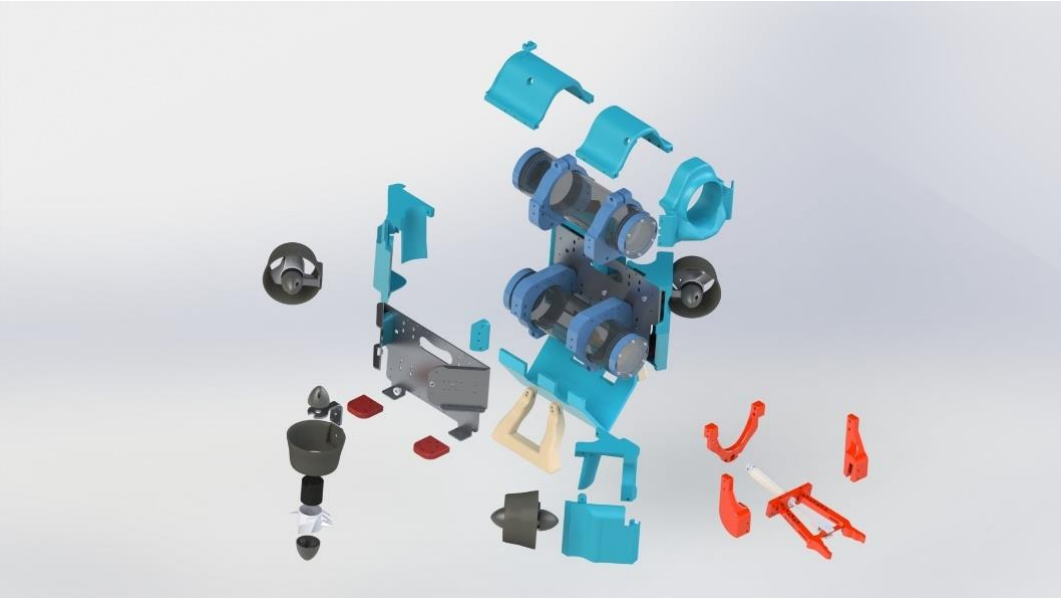
Şekil 10: Aracın Yandan Görünümü



Şekil 11: Aracın Alttan Görünümü



Şekil 12: Aracın Ana Gövdesinin Görünümü

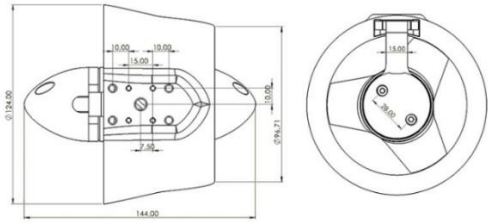


Şekil 13: Aracın Patlama Görüntüsü

4.2.2 Malzemeler

4.2.2.1 Motorlar

Motor seçiminde en önemli kriter, kullanacağımızın motorun güçlü olmasıydı. Uzun araştırmalar sonucu Utras Su Altı İticisi'ni seçtik. Bu iticiyi seçme sebebimiz ihtiyaçlarımızı maksimum düzeyde karşılaması ve yerlilik kısmında da bahsettiğimiz gibi (10.) yerli firmadan temin edilecek olmasıdır.



Voltaj Aralığı	3s-6s (12v-24v)
Gövde Malzemesi	Filament
Pervane Malzemesi	Alüminyum
İtki Kuvveti (24v)	8,5 kgf
Azami Derinlik	500m

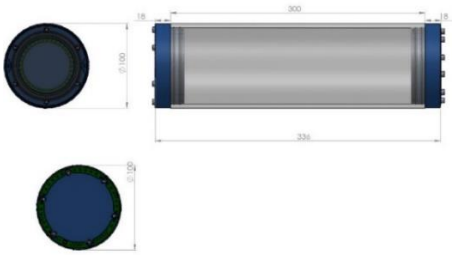
4.2.2.2 Aracın İskeleti

Aracın iskeleti; aracın görüntüsünü, bağlantıların güvenilirliğini ve aracın hatlarını belirler. Aracın iskeletini oluşturma sürecinde takımımızın dikkat ettiği başlıca unsurlar; üretilebilirlik, Teknofest'in puanlama sisteminde belirtilen maksimum puanı alabilmek için aracın toplam ağırlığının 8kg'yi geçmemesi, yine puanlama sisteminde belirtilen maksimum puan almak için aracın en büyük ayrıt uzunluğunun 50cm'yi geçmemesi, özgünlük, sağlamlık, kolay montaj ve estetik görüntü yakalayabilmektir. Bu aşamada araçta hazneyi kaplayan iki adet alüminyum sac arasına koyacağımız hazne ve bu tasarımı dıştan kapatmak için hazırladığımız üç boyutlu yazıcıdan yazdırılacak parçalar bulunacaktır. Alüminyum sacın tercih edilme sebebi; motor bağlantılarını alüminyum saca yaparak sağlam bir montaj yapma, hazneyi sağlam tutma ve sac tasarımında oluşturduğumuz deliklerle rahat bir montaj aşaması ve kolay kablo çıkışı oluşturma çabamızdır. Etrafını kaplayacak olan parçaları yazıcı kartuşu olan filament ile üç boyutlu yazıcıdan almayı planlamamızın sebebi ise; hafif parçalar oluşturma, güzel görüntü yakalama, kolay üretim ve fiyat/performans ürünü olarak görmemizden kaynaklıdır. Aracın alüminyum

sacı alüminyum sac başlığında (4.2.2.5), filamentten alacağımız parçalar ise mekanik tasarım süreci başlığında (4.2.1) verilmiştir.

4.2.2.3 Hazne

Su altı haznesi, aracın en önemli parçalarından birisidir. Hazne seçimimizde sızdırmazlığına güvendiğimiz, daha önce yarışmalarda kendini kanıtlamış, bize sorun çıkartmayacak, rahatlıkla kablo giriş çıkışı yapabileceğimiz ve yerlilik kısmında da bahsettiğimiz gibi (10.) yerli firmadan temin edilecek olmasıydı.



Uzunluk	300mm
İç Çap	90mm
Dış Çap	100mm
Kapak Malzemesi	Alüminyum ve Krom
Azami Derinlik	150-200m

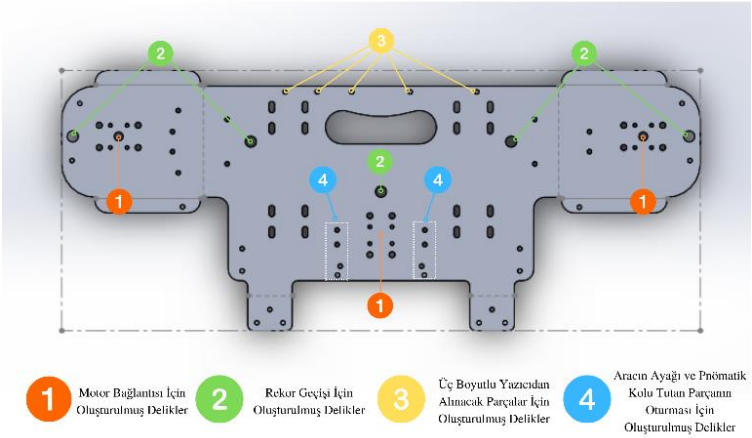
4.2.2.4 Pnömatik Su Altı Tutucu Sistemi

Pnömatik su altı tutucu sistemi, görevler için çok kritik bir elemandır. Takımımız su altı tutucu seçimi için kendini kanıtlamış, hızlıca açılıp kapanabilen, dayanıklı ve yerlilik kısmında da bahsettiğimiz gibi (10.) yerli firmadan temin edilecek olmasıydı.

Uzunluk (Açık)	305mm
Uzunluk (Kapalı)	315mm
Ağız Açıklığı	120mm
Genişlik	90mm
Tutma Kuvveti (2.8 bar)	180 N
Malzeme	Filament

4.2.2.5 Alüminyum Sac

Aracın alüminyum sacı, aracın iskeleti başlığında da (4.2.2.2) bahsettiğimiz gibi aracın montaj aşamasının en önemli parçasıdır. Neredeyse tüm elemanların bağlantısı (motor, braket, üç boyutlu yazıcıdan alınan parçalar vb.) alüminyum sac üzerinden yapılacaktır. Bu yüzden hafif ve dayanıklı olmasından dolayı alüminyum sac tercih edilmiştir.



Şekil 14: Alüminyum Sacın Açık Hali

Yukarıdaki görselde gösterildiği üzere alüminyum sacta her detayı düşündük. Görseldeki çizgili yerlerden alüminyum sacı büktürüp son halini vereceğiz. Lazer kesim ve metal büküm için bazı firmalarla iletişime geçtik. Bu aşamada öncelikle bilgi birikimi yaptık. Metal büküm firmasından bükümden dolayı alüminyumda oluşacak uzama için K Faktörü bilgisini öğrendik. Sonrasında çizim programına bu değerleri girerek, bükümü yapılacak alüminyum levha parçasını belirledik. Ardından lazer kesim firmasıyla konuştuk. Çizimini yaptığımız alüminyum sac parçasını teknik resim olarak oluşturup DXF dosyası halinde lazer kesimciye ileteceğiz. Parça lazer kesim firmasında üretildikten sonra tekrar büküm firmasıyla iletişime geçeceğiz. Lazer kesimi yapılan parça büküm firmasına götürülüp bükülecektir.

4.2.3 Üretim Yöntemleri

4.2.3.1 Üç Boyutlu Yazıcı ile Üretim

Aracımızda üç boyutlu parçalar çok önemli bir rol oynuyor. Bu yüzden bizim için en önemli üretim yöntemlerinden biri. Yazıcıdan basılmış pervanemize aşağıdaki fotoğrafta yer verdik.

Şekil 15: Üç Boyutlu Yazıcıdan Aldığımız Pervane Parçası

4.2.3.2 CNC İşleme ile Alüminyum Pervane Üretimi

Yarışmada maksimum verime ulaşmak için seçtiğimiz pervanelerin prototipi CNC işleme ile üretilmiştir. Bu işlem sonucu pervanelerimiz zımpara edilip son halini almıştır. Yaptığımız testlerde en yüksek motor itki performansını alüminyum pervaneden aldık.

Şekil 16: CNC ile İşlenme Aşamasında Olan Pervane Parçamız

4.2.3.3 Silikon Döküm ile Kalıp Üretimi

Raporda fazlaca bahsettiğimiz poliüretan ile pervane üretimimiz için bir kalıba ihtiyacımız vardı. Bu üretim için RTV2 kalıp silikon malzemesini seçtik.

Şekil 17: RTV2 Kalıp Silikonun Donmuş Hali

4.2.3.4 Poliüretan Sıvı Plastik ile Üretimi

Kendi fikrimiz olan ve bir önceki başlıkta da (4.2.3.3) değindiğimiz poliüretan sıvı plastik ile pervane üretimimiz de üretim yöntemlerimiz arasında yer alıyor.

Şekil 18: Poliüretan Sıvı Plastik ile Ürettiğimiz Pervane Parçası

4.2.3.5 Epoksi ile Kaplama

Üç boyutlu yazıcıdan çıkarttığımız parçalarımızı daha pürüzsüz olması için önce epoksi ile kaplıyoruz. Ardından belirttiğimiz gibi (4.2.3.5) zımpara yardımıyla son halini veriyoruz.

Şekil 19: Epoksi ile Kaplama Uygulamamızdan Görsel

4.2.3.6 Zımpara ile Pürüz Giderme

Üç boyutlu yazıcıdan çıkarttığımız pervanemizi epoksi ile kapladıktan sonra zımpara yardımıyla pürüzsüz hale getirerek yaptığımız testler için en iyi sonucu aldık.

Şekil 20: Zımpara ile Pürüz Giderme Uygulamamızdan Görsel

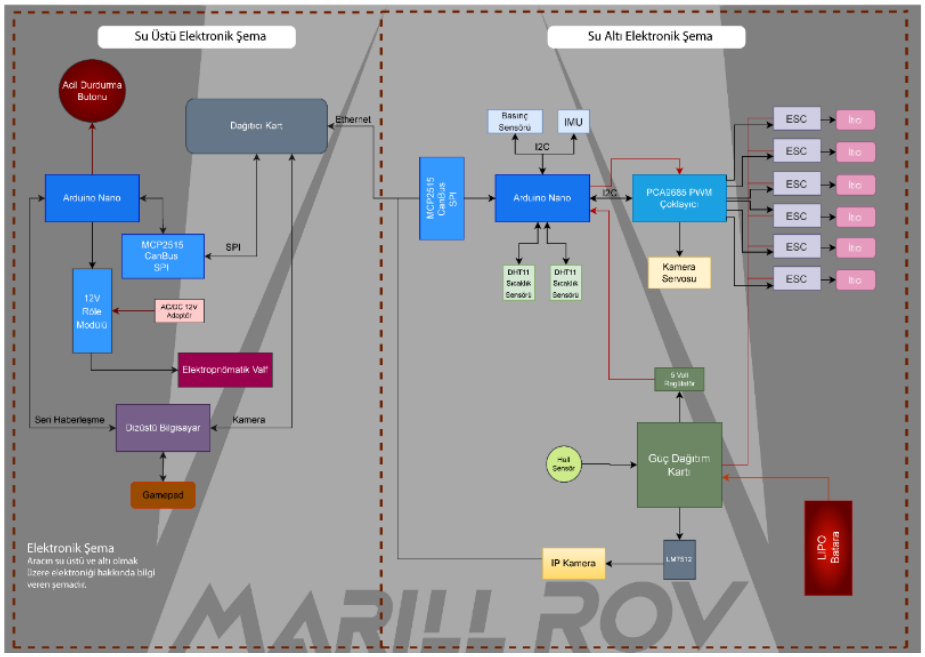
4.2.4 Fiziksel Özellikler

Tahmini Ağırlık	9872 gram		
Uzunluk	X Ekseni İçin 431,4mm	Y Ekseni İçin 370,6mm	Z Ekseni İçin 495,18mm
Uzunluk Tutucu Kol Dahil	X Ekseni İçin 555,4mm	Y Ekseni İçin 370,6mm	Z Ekseni İçin 495,18mm

Şekil 21: Aracın Fiziksel Özellikleri

4.3 Elektronik Tasarım, Algoritma ve Yazılım Tasarımı

4.3.1 Elektronik Tasarım Süreci



Şekil 22: Marill ROV Elektronik Tasarımı

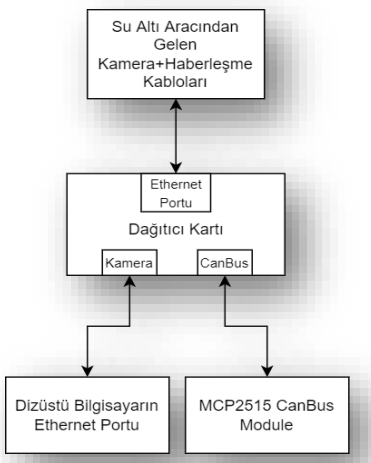
Aracın Elektronik Şeması ihtiyaçlar doğrultusunda olabildiğince sade ve anlaşılabilir tasarlandı. Aracın içi ve dışı hakkında bilgi veren sensörler belirlendi ve kullanacağımız mikro işlemcinin dijital giriş çıkışlarının sayısına göre bir yol izlendi. Motorları süreceğimiz altı adet ESC için PWM ihtiyacı vardı fakat CanBus ve Kamera Servosu da PWM çıkış ile çalıştırdığımız için Arduino Nano'nun bize sağladığı PWM çıkışları yetersiz kaldı. Bu PWM ihtiyacı PCA9685 PWM Çoklayıcı Modül ile karşılanacak. Bu modül I2C haberleşme protokolü ile kontrol edilecek. Su altı aracının motorlarını BLU 30A ESC ile sürecek ve ihtiyaçlarımız doğrultusunda Blheli_S sürücü yapılandırma sistemiyle sürücülerden alınabilecek maksimum verim alınacak.

Aracın içinde kullanacağımız Octomini Su Altı Kontrolcüsü üzerinde bulundurduğu Arduino, CanBus ve MPU6050 IMU Sensörü sayesinde aracın kontrolü sağlanacak. Basınç Sensörü aracın hazne kapağının dış yüzeyinde bulunacak. Basınç Sensöründen gelen verilerle aracın derinlik ölçümleri yapılacak ve araç sabitleme işlemleri gerçekleştirilecek. Su üstü ve altı iletişimi MCP2515 CanBus Modülü ile sağlanacak. Bu modül uzaklık ile artan veri kayıplarını azaltırken tek seferde 8 BYTE veri gönderme kapasitesi ile aracın kontrol ve sensör veri paketlerini göndermede işimizi görecek.

Aracın mekanik tasarımında görüldüğü üzeri iki adet hazne bulunmaktadır. Bu haznelerin birisi ana sistemin bulunacağı hazne olurken diğeri bataryanın olacağı hazne olacak her ikisinde de sıcaklık ve nem sensörü bulunacak. Batarya haznesinin sıcaklık değerleri bizim için büyük önem taşımaktadır. Bu bataryaların sıcaklığını ölçerek aracın yük altındayken bataryanın fazla ısınması durumunda yukarıdan gözlem şansı elde edilecek ve pilot duruma göre karar verecek. Pilot motorları daha yavaş çalıştıracak ya da risk almayıp aracın motorlarını durduracak. Bu kritik sıcaklık ölçme görevini iki adet DHT 11 sıcaklık ve nem sensörü üstlenecek. Hem haznelerin su alıp almadığı hem de sıcaklık seviyeleri gözlemlenebilecek. Güç dağıtım kartı ile

araç içinde güç dağıtımı yapılırken dışarıdan manyetik anahtar müdahalesiyle açıp kapama işlemi de gerçekleştirebilecek. Bu manyetik anahtarlı açma kapama görevini yerine getirecek Hall Sensör ise erişilmesi kolay bir yere yerleştirilecektir. Güç dağıtım kartına bağlanan 5V Regülatör sayesinde Arduino Nano ve diğer sensörler beslenecek. Kameranın görüş açısını artırmak için kameraya yukarı aşağı eksenel hareket imkânı sağlayacak servo motor eklenecek. Bu servo motor da aynı ESC'ler gibi PWM modülü ile kontrol edilecek. Kameranın çalışması için gereken gerilim LM7512 Lineer Regülatör ile sağlanacak ve bu regülatör güç dağıtım kartına bağlanılacak. Araçtan Kontrol İstasyonuna dört adet Kamera görüntü kablosu ve iki adet haberleşme kablosu çekilecek. 6x0.50mm kesitli kalay kaplı, bakır örgü ekrana sahip pes bant ayırıcılı, PVC kompaunt kılıfa sahip, bükülebilir ve gürültü geçirmez haberleşme kablosu tercih edilmiştir.

Kontrol İstasyonu aracın güvenliğinin sağlandığı kablo dağıtımları ve bağlantılarının yapıldığı Pnömatik tutucu kolun kontrol edildiği su altı ile su üstü sistemin haberleştiği bütünleşik yapıdan oluşmaktadır. Bu elektronik bileşenler dış etkenlere maruz kalmayacak şekilde bir kutuda muhafaza edilecek. Kullanılacak Kumanda Kartı üstünde Arduino Nano ve CanBus modülü bulunmaktadır. Bu kart; Kontrol İstasyonu ile Su Altı Aracının, Kontrol İstasyonu ile Bilgisayar arasıdaki haberleşmeyi sağlarken, karta bağlı acil durdurma butonu ile aracın motorlarını durdurarak yukarı çıkmasını sağlayacak ve röle ile Pnömatik tutucu kolu kontrol edebilecek. Kontrol İstasyonunda bulunan 12 Volt Röle Modülü ile elektropnömatik valf açıp kapatılabilecek. Elektropnömatik valfın çalışma gerilimini sağlamak için 12V DC Adaptör kullanılacak Bu rölenin kontrolü Kumanda Kartı üzerinde bulunan Arduino Nano ile dijital bir çıkış sinyali ile sağlanacak.

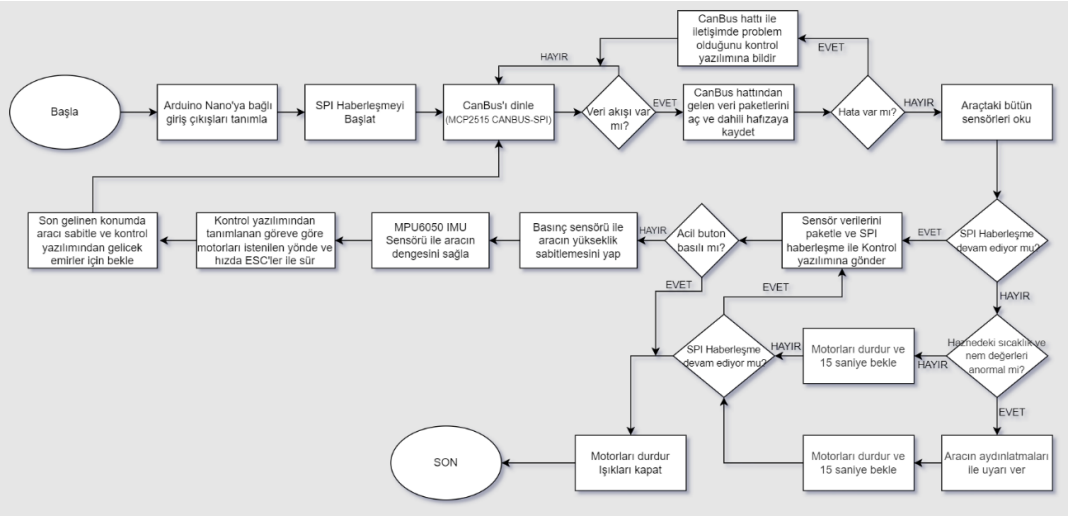


Şekil 23: Dağıtıcı Kart

Araçtan gelen kablo kendi yapacağımız bir Ethernet portu girişi bir Ethernet portu çıkışı ve haberleşme çıkışı olan kartımıza girerek gerekli birimlere dağıtımı sağlanacak. Bu dağıtım kartı, araçtan gelen Ethernet kablosunu dört adet kamera ve iki adet CanBus seri haberleşme kablolarına ayırır ve dağıtımı sağlar. Ethernet kablosunun bir ucunu dağıtım kartına diğer ucunu ise bilgisayarımıza takarak görüntüyü elde edeceğiz. Bu sayede RJ45 çaktığımız kabloları dağıtım kartına takarak bir yerden bir yere kolay taşıyabilecek ve kolay kurulum yapacağız

4.3.2 Algoritma Tasarım Süreci

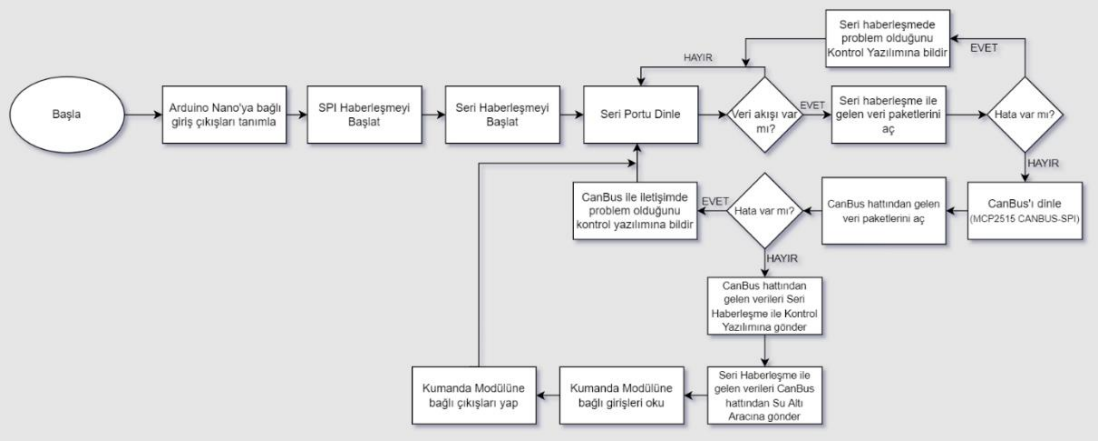
4.3.2.1 Octomini Su Altı Kontrolcüsü Algoritma Tasarımı



Şekil 24: Octomini Su Altı Kontrolcüsü Algoritma Tasarımı

Aracın yukarı ile bağlantısı koptuğunda herhangi veri aktarımı yapılamayacağı için aracımız son gelen veriye göre motorları sürmeye devam edebilir. Bu yüzden motorları durdurup belli bir süre bekleyecek ve tekrar bağlantıyı kontrol edecek. Eğer bağlantı hala kopuksa motorları ve ışıklar kapatılacak. Pilot Kontrol istasyonunda bulunan acil durum butonuna basarsa yine aynı şekilde aracın motorları durdurulacak.

4.3.2.2 Kumanda Modülü Algoritma Tasarımı

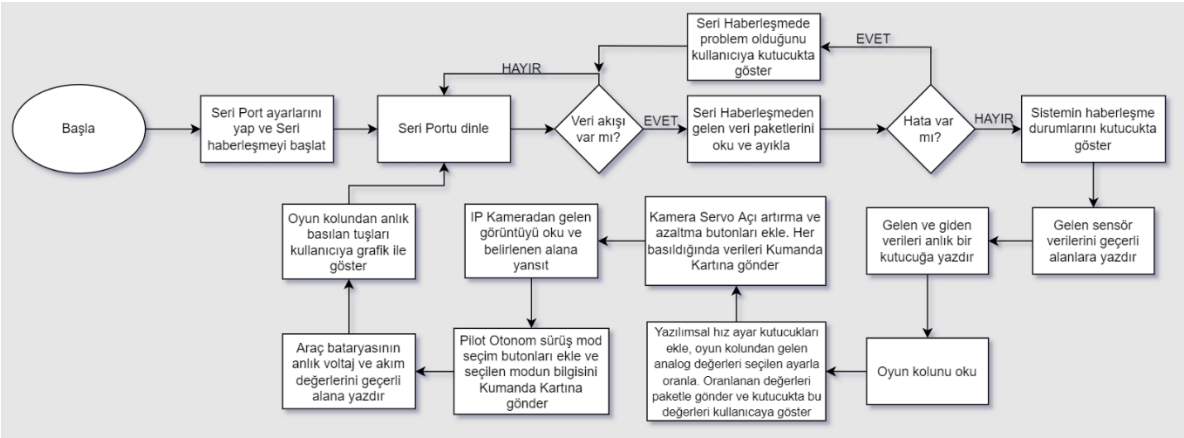


Şekil 25: Kumanda Modülü Algoritma Tasarımı

Su altı aracıyla kontrol yazılımı arasındaki veri aktarımında köprü görevi yapacak şekilde tasarlandı. Bu veri akışının hızlı ve gecikmesiz olması gerekmekte bu yüzden herhangi analog değer okuması yapmayarak Arduino Nano zorlanmayacak. Veri aktarımı dışında bu kart kontrol istasyonunda bulunan girişleri ve çıkışlardan sorumlu olacak. Bu

giriş acil durum butonu olurken çıkış elektropnömatik valfı kontrol eden 12 Volt röle olacak.

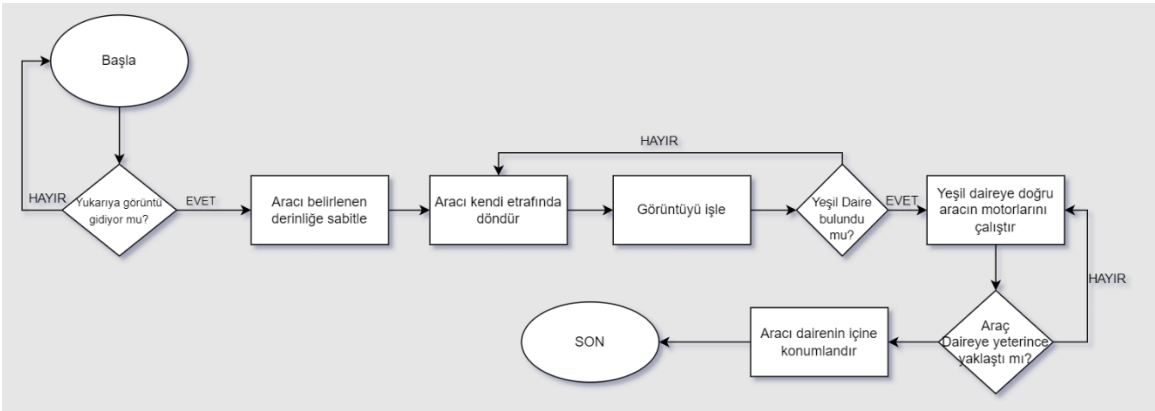
4.3.2.3 Marill ROV Pilot Kontrol Yazılımı Algoritma Tasarımı



Şekil 26: Marill ROV Pilot Kontrol Yazılımı Algoritma Tasarımı

Dizüstü bilgisayara takılı oyun kolu üstünde bulunan Joystickler okunacak ve bu değerler Kontrol arayüzünden seçilen hız ayar seviyesine göre oranlanacak. Bu oranlama sayesinde hassas kontrol sağlanırken aracın operasyon süresini uzatabileceğiz.

4.3.2.4 Otonom Görev Algoritma Tasarımı



Şekil 27: Otonom Görev Algoritma Tasarımı

Araç görüntüyü işleyecek istenilen daireyi bulacak ve bulunan daireye konumlanacak.

4.3.3 Yazılım Tasarım Süreci

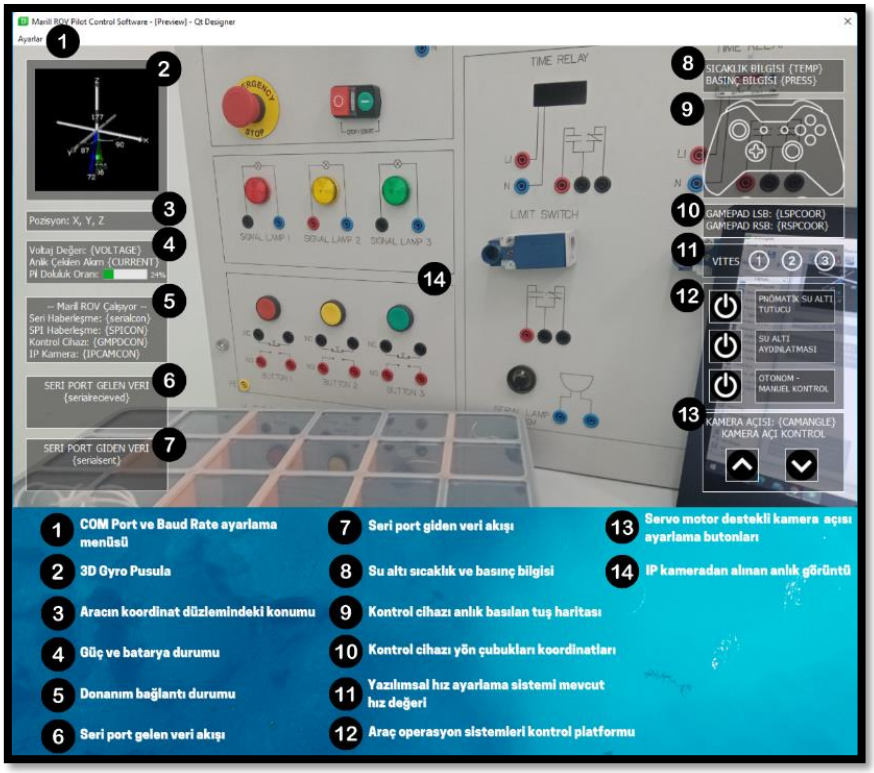
Araç içinde kullanacağımız Octomini Su altı Kontrolcüsü ona bağlanmış sensörleri okuyacak verileri paketleyerek SPI haberleşme ile yukarıya gönderecek. Kumanda modülü ise araçtan gelen verileri Seri haberleşme ile Kontrol yazılımına gönderirken Kontrol yazılımından gelen veri paketlerini yine aynı şekilde SPI haberleşme sayesinde araca gönderecek. Bu iletişimi Arduino kısmında MCP2515 CanBus SPI kütüphanesi yönetirken Python kısmında PySerial kütüphanesi seri haberleşmeyi yönetecek.

Aracın su üstü kontrol yazılımını kendimiz yazmaya karar verdik. Bu süre zarfında kullanacağımız yazılım dilleri, kütüphaneleri ve tasarım araçlarını yazılım sürecini en verimli şekilde geçirmemizi sağlayacak biçimde seçmeye özen gösterdik. Arayüz tasarımı

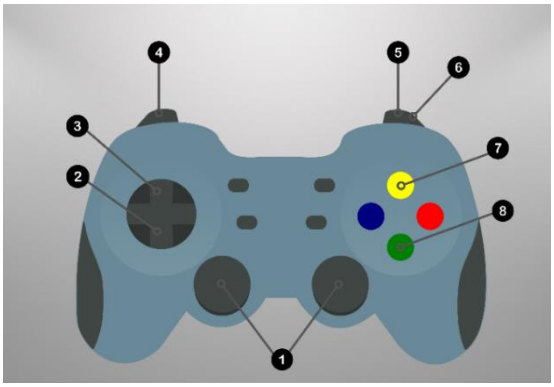
için PyQt5 form dizayn programını, yazılım geliştirme sürecinde kullanmak için Python yazılım dili seçtik. Aracı operasyona uygun hale getirmek için donanımı destekleyecek kütüphaneleri seçtik. Görüntüyü işlemek ve görüntüyü Kontrol arayüzüne aktarmak için OpenCV kullanacağız. Seri habeleşme kısmında PyQt5'in bize sağladığı QtSerialPort işimizi kolaylaştıracak.

4.3.4 Dış Arayüzler

Arayüz tasarımında bizim için en önemli konu aracın su altındaki durumunu, sensörler ve yazılım yardımıyla arayüze yansıtmak. Arayüze yansıttığımız bilgiler sayesinde aracın mevcut durumunu gözlemleyebileceğiz. Aracın arayüz tasarımında rahat kullanım ve görüntü kirliliği oluşturmamak en önemli hususlardır. Bu tasarımı PyQt5 yazılımı, Pyhton yazılım dili kullanılarak hazırlanmıştır.



Şekil 28: Marill ROV Arayüz Tasarımı



Şekil 29: Analog Oyun Kolu

Bilgisayara bağlı analog oyun kolu 8 farklı işlevi gerçekleştirecek. 1 ile gösterilen analog joystickler aracın kontrolünü sağlayacak. 2 ve 3 numaralı tuşlar Kamera servosunu aşağı yukarı hareket ettirecek. 4,5 ve 6 numaralı tuşlar vites değişiminde görev alacak. Bu vites değişiminde 4 numaralı tuşa basılması gerekmekte aksi takdirde azaltma veya artırma işlemi yapılamayacak. Bunun sebebi yanlışlıkla ulaşılması kolay bulunan tuşlara basıp ani

hızlanma ve yavaşlamalara önlem almak. 7 ve 8 ile gösterilen tuşlar pnömatik Su altı tutucu sistemini açıp kapatacak.

5. Güvenlik

Bu projede en önemli konu şüphesiz insan sağlığıdır. Biz bu başlığı 4 alt başlıkta toparladık. Bu başlıklar şunlardır;

5.1 Çalışma ortamı güvenliği

- Çalıştığımız ortamlarda yangın riskine karşı yangın tüpü bulundurmak.
- Çalışıldıktan sonra çalışma yapılan ortamı temiz bırakmak.
- Yaralanma gibi olaylar olmasına karşın atölyemizde ilk yardım ekipmanları bulundurmak.
- Atölye ortamında uyarıcı levhalar bulundurmak.
- Epoksi, poliüretan, silikon gibi uygulamalarda bulunacağımız için ortamı rahatça havalandırabileceğimiz bir atölyede çalışmak.
- Atölye ortamında önlükle çalışılmalıdır.
- Uzun saçlı üyelerin atölye ortamında saçını bağlamalıdır.
- Kesici aletler kullanıldıktan sonra yerine konulmalıdır.
- Atölye ortamında yiyecek-içecek tüketilmemelidir.
- Çalışma alanında dikkatli ve disiplinli davranılmalıdır.

5.2 Mekanik güvenliği

- Üretim sırasında epoksi, silikon, poliüretan kullanımı sırasında eldiven kullanılmalıdır.
- Araç tasarımında aracın sivri uçları içermemesine özen gösterilmelidir.
- Hazne içerisindeki parçaların dağılmasını önlemek amacıyla hazne içi düzenleyici tasarlanmıştır.
- Pnömatik eğitim seti panosunda tahliye borusu bulunması.
- Vida ve somunlar sağlam sıkılmıştır.
- Kesici aletler kullanılırken eldiven ve gözlük gibi koruyucu ekipmanların kullanımına özen gösterilmiştir.

5.3 Elektrik-elektronik güvenliği

- Sızdırmazlık testi yapılmayan malzemeler suya indirilmemelidir.
- Kullanılacak li-po pilin ayrı haznede bulunacak olması.
- Elektroik parçalar su çevresinde çalıştırılırken dikkatlı olunmalıdır.
- Hazne içerisinde sızdırmazlığı sağlamak amacıyla epoksi, o-ring gibi çeşitli malzemeler bulunması.
- Hazne içerisindeki elektronik bileşenleri koruması için hazne içi düzenleyici bulunacaktır.
- Hazne içerisindeki ve dışarısındaki kablolamanın düzenli ve düzgün yapılması.

5.4 Yazılım güvenliği

- Yazılımda kullanılacak küçük boyutlu önemli veriler ya dahili EEPROM üzerinde saklanacak ya da i2c hattından bağlayacağımız harici bir EEPROM ile saklanacak.

EEPROM
Küçük boyuttaki verileri saklamak için bilgisayar ya da diğer cihazlarda kullanılan bir yongadır.

- Verilerin kaybolmaması için hard disk kullanılması

6. **Test**

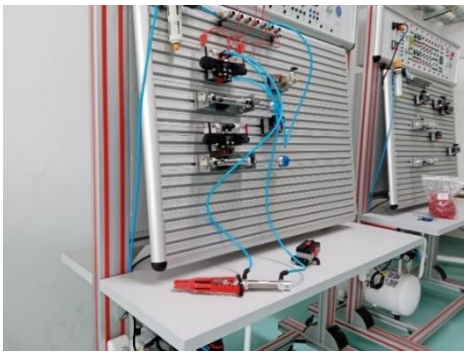
6.1 Motor-ESC Kontrol Testi

Kullanacağımız motor ve motor sürücünün testi için su dolu bir kova içerisinde montajı yapılmış motorumuzu yük altında çalıştırdık. Gerilime göre akım değerlerini aldık. Bu değerlerden yola çıkarak güç yönetim sistemi ve batarya tasarımı belirlendi. Ayrıca PWM değerleri de not edildi. PWM parametreleri gelişmiş ESC konfigürasyonunda hem ESC hem de Motorun performansını birebir direkt etkileyen iki önemli parametredir. Bu parametrelerin olması gerektiği değerde ayarlanmaması halinde Motorda performans düşüklüğün yanı sıra hem motor hem de ESC aşırı ısınmalara neden olmaktadır.

Şekil 30: Motor ESC Kontrol Testinden Görsel

6.2 Pnömatik Su Altı Tutucu Testi

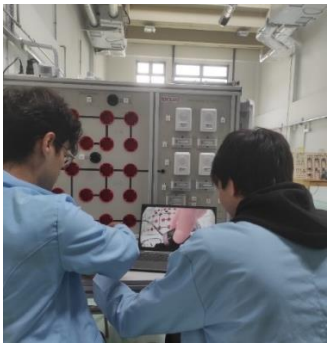
Malzeme listemizde bulunan pnömatik su altı tutucu testini henüz maddi destek alımını tamamlamadığımız için bu aşamada tutucu kolu, üç boyutlu yazıcıdan çıkarttık. Daha sonrasında okulumuzda bulunan, elektropnömatik eğitim setiyle hava ve güç vererek testi tamamladık. Robot kol ile bazı malzemeler tuttuk ve sonuçtan memnun kaldık.



Şekil 31: Tutucu Kolun Elektropnömatik Deney Seti Üzerinde Bağlantısı

6.3 Kameradan Görüntü Alma Testi

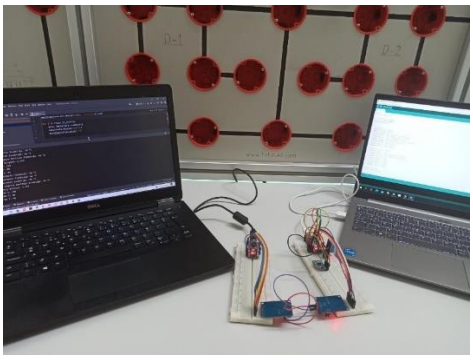
Kullanacağımız kamerayı IP kamera olarak belirledikten sonra okulumuzda başka bir projede kullanılmak üzere bulunan IP kamera olduğunu öğrendik. Test için bu kamerayı kullandık.



Şekil 32: Kameradan Görüntü Alma Testimizden Görsel

6.4 CanBus Haberleşme Testi

Bu yaptığımız testte kullanacağımız MCP 2515 CanBus Modülü ile veri akışını gözlemledik. Testte iki Arduino Nano kendisiyle haberleşiyor. Birisi MPU6050 ivme sensörünü, DHT 11 Sıcaklık ve Nem sensörünü okuyup bekletmeden CanBus vasıtasıyla diğer Arduino'ya gönderirken diğeri ise gelen verileri Seri Haberleşme ile dizüstü bilgisayardaki Python yazılım diliyle yazılmış basit uygulamaya gönderiyor. Bu test sayesinde kütüphaneleri kullanmayı öğrenirken Su altı-Su üstü iletişiminde ve Arduino-Python iletişiminde ilerleme kaydetmiş bulunuyoruz.



Şekil 33: CanBus Haberleşme Testinden Görsel

7. Tecrübe

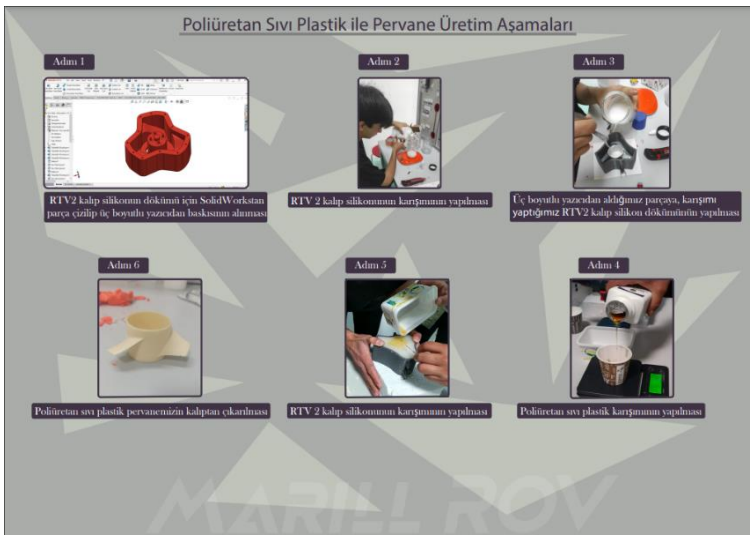
Takımımızın aracı üretirken yaşadığı kazalar, yaptığı hatalar sonucu elde edilen deneyimleri olmuştur. Bu aşamada edindiğimiz tecrübe ve önlemlerden bahsettik.

7.1 Pervane seçimi

Pervane seçimi kuşkusuz aracın üreteceği itki kuvveti için çok önemlidir. Bu konuda geçmiş yarışmacıların en çok üç boyutlu yazıcıdan ürettiği pervaneyi kullandığını tespit ettik. Ardından pervane seçimi için detaylı araştırmalara başladık. Bunun sonucunda filament, alüminyum ve poliüretan malzeme olmak üzere 3 farklı pervane ürettik. Bu pervaneler arasından en iyi sonucu alüminyum pervaneden aldık.

7.2 Poliüretan Sıvı Plastik ile Pervane Üretimi

Raporumuzda fazlaca yer verdiğimiz poliüretan sıvı plastik ile pervane üretimimiz süresince çok fazla tecrübe edindik. Özellikle silikon döküm ve poliüretan sıvı plastik uygulama konusunda takımımız üyeleri deneyim kazandı.



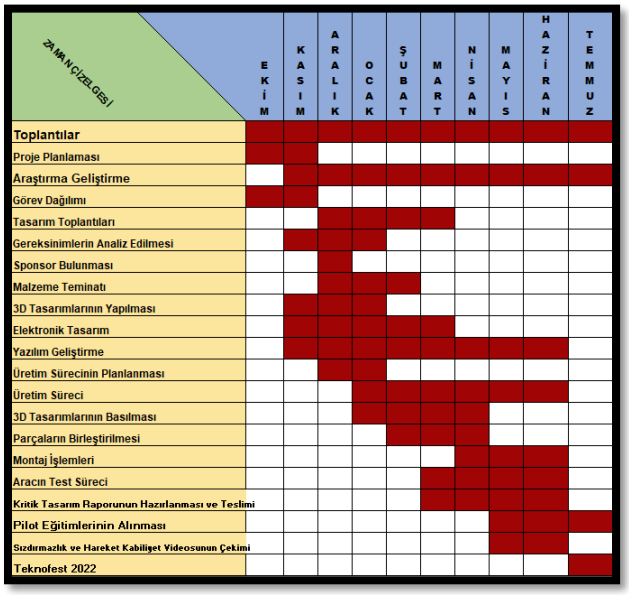
Şekil 34: Poliüretan Sıvı Plastik ile Pervane Üretim Aşamaları

7.3 Alüminyum Pervane Parçamız İçin Boya Seçimi

Alüminyumdan ürettiğimiz pervane için bir boyalandırma işlemi düşündük. Bu fikir için iletişime geçtiğimiz bir firma bize iki farklı yöntemden bahsetti. Bunlardan ilki eleksal ile kaplama, ikincisi sert film boya ile kaplama. Ancak araştırmalarımız sonucu eleksal kaplamada mikro düzeyde boşluklar oluşma ihtimalinden ötürü sert film boyayı tercih edeceğiz.

8. Zaman, Bütçe ve Risk Planlaması

8.1 Zaman Planlaması



Şekil 35: Marill ROV Zaman Planlaması

8.2 Bütçe Planlaması

1	CİNSİ	ÖZELLİKLERİ	MİKTARI	ÖLÇÜSÜ	BİRİM FİYAT	TOPLAM
2	SU SIZDIRMAZ HAZNE	300MM SU ALTI HAZNESİ	2	ADET	2593,22	5186,44
3	SU ALTI İTİCİSİ	SU GEÇİRMEZ SU ALTI MOTORU	6	ADET	1355,93	8135,58
4	FIRÇASIZ DC MOTOR SÜRÜCÜ	ÇİFT YÖNLÜ ESC 40A 8-24V DC AŞIRI ISI KORUMALI	10	ADET	275,42	2754,2
5	DAĞITIM KARTI VE REGÜLATÖR	BASE GÜÇ MODÜLÜ	1	ADET	601,69	601,69
6	KONTROL KARTI(SU ALTI)	OCTOMİNİ MAİNBOARD	1	ADET	601,69	601,69
7	KONTROL KARTI (SU ÜSTÜ)	OCTOMİNİ SÜ	1	ADET	788,14	788,14
8	SİLİKON KABLO	18 AWG	10	METRE	18,64	186,4
9	IP KAMERA	1080 ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ PI KAMERA	1	ADET	1771,19	1771,19
10	PNÖMATİK İNCE SİLİNDİR PİSTON	ÇİFT ETKİLİ DSNU20*50MM PPV-ASİLİNDİR	1	ADET	677,97	677,97
11	PNÖMATİK HORTUM	BASINÇ VE TAHLİYE İÇİN POLİÜRETAN 2*4MM HORTUM	1	ADET	5,82	5,82
12	ELEKTROPNÖMATİK VALF	12V DC 5/2 TEK BOBİNLİ VALF	1	ADET	216,95	216,95
13	KOMPRESSÖR	8 LİTRE TAN SESSİZ 0.75 HP 8 BAR	1	ADET	1525,42	1525,42
14	EPOKSİ	SU GEÇİRMEZ ÇİFT KOMPANENTLİ EPOKSİ	2	ADET	50,8	101,6
15	BATARYA	22.2V 6S 25C UAV 10000MAH MULTİRSTOR LİPO BATARYA PİL	2	ADET	2322	4644
16	BATARYA ŞARJ ALETİ	IMAX B6 AC 80W 6S İÇİN LİPO	1	ADET	655	655
17	FİLAMENT	PLA 1,75MM ÇAP	2000	GRAM	0,24	480
18	GÜÇ KABLOSU	2*4MM KAUÇUK KABLO	40	METRE	34,56	1382,4
19	M3 TESPİT ELEMANI	M3 DIN 912 A2 INOX ALYAN BAŞLI CIVATA VE SOMUN	20	ADET	1,61	32,2
20	M4 TESPİT ELEMANI	M4 DIN 912 A2 INOX ALYAN BAŞLI CIVATA VE SOMUN	50	ADET	1,74	87

Şekil 36: Bütçe Planlaması 1. Sayfa

21	M5 TESPİT ELEMANI	M5 DIN 912 A2 INOX ALYAN BAŞLI CIVATA VE SOMUN	20	ADET	2,07	41,4
22	M6 TESPİT ELEMANI	M6 DIN 912 A2 INOX ALYAN BAŞLI CIVATA VE SOMUN	10	ADET	2,26	22,6
23	SU ALTI SİSTEMİ KONTROL KONSOLU	AVUÇ İÇİNE UYGUN, USB KONNEKTÖRLÜ, EN AZ 1.5M KABLOLU DUAL ANALOG, BİLGİSAYAR UYUMLU 12 BUTONLU BİLGİSAYAR KOLU	1	ADET	167,8	167,8
24	SERVO MOTOR	MG90S 180 DERECE METAL DİŞLİ ANALOG 5V DC	1	ADET	42,15	42,15
25	SU ALTI AYDINLATICISI	1500LM SU GEÇİRMEZ	1	ADET	1134	1134
26	RÖLE MODÜLÜ	1 KANAL 5V TTL SOLİD STATE DC RÖLE MODÜLÜ	1	ADET	45,57	45,57
27	GÜÇ KAYNAĞI	12V 2A GÜÇ KAYNAĞI	1	ADET	50,47	50,47
28	PWM ÇOKLAYICI MODÜLÜ	16 KANAL 12 BİT PWM İ2C MODÜLLÜ	1	ADET	103,74	103,74
29	ALÜMİNYUM LEVHA	240*600MM 6061 3MM ALÜMİNYÜM PLAKA	2000	GRAM	0,1	200
30	LIYCY KABLO	6*0,50	32	METRE	27,55	881,6
31	KABLO REKORU	PG-21 ORG06	2	ADET	7,6	15,2
32	KABLO REKORU	PG-16 ORG05	2	ADET	4,8	9,6
33	İZOLELİ ÇELİK SPİRAL	11 İZOLELİ ÇELİK SPİRAL(ZEYBEK)	50	METRE	8,5	425
34	REKOR	1/8"-4 PN	2	ADET	4,57	9,14
35	2*4mm HAVA HORTUMU	POLİÜRETAN MAVİ HAVA HORTUMU	70	METRE	3,92	274,4
36					TOPLAM	33256,36

Şekil 37: Bütçe Planlaması 2. Sayfa

8.3 Risk Planlaması

1	RİSKLER	ALINAN ÖNLEMLER	OLUŞABİLECEK ZARARIN ETKİSİ	OLASILIK
2	Aracın bağlantısı kopmuşken su alması	Aracın üzerinde bulunan sensörler ile bu durum yukarıya bildirilir. Pilot arayüzden bu anormalliği görüp kendisi düğmeye basarak motorları durdurur.	5	2
3	Aracın bağlantısı mevcutken su alması	Aracın yazılımı yukarı ile bağlantının koptuğunu algılar ve yukarıya aydınlatma ile uyarı verir ve gücü keser.	4	2
4	Aracın bağlantısınınkopması	Araç 5 saniye boyunca bağlantının gelmesini bekler. Sonuçsuz kalırsa motorları durdurur ve su yüzeyine çıkar.	4	2
5	Görev anında aracın yazılımında sorun çıkması	Araç çalışırken beklenmeyen hata vermesine karşılık reset butonu eklenmesi	4	3
6	Aracı yaparken kullanılan dökümanların kaybolması	Oluşturduğumuz tüm dökümanları discord kanalımıza atmak ve ayrıca harddiskte depolamak	4	1
7	Yarış esnasında ESC yanması	Yedek ESC bulunurmak	3	2
8	Aracın pervanesinin kırılması	Araç pervanesinin alüminyumdan üretilmesi ve her ihtimale karşı yanımızda üç boyutlu yazıcıdan alınmış prvaneler bulundumak	4	1
9	Araç haznesinin yerinden kayması	Hazneyi kelepçeye sağlam vidalamak ve kelepçeleri de alüminyum şaseye sağlam monte etmek	4	1
10	Aracın kablosunun kopması	Esnek, çelik, spiral kablo kullanmak	3	1

Şekil 38: Marill ROV Risk Planlaması

9. Özgünlük

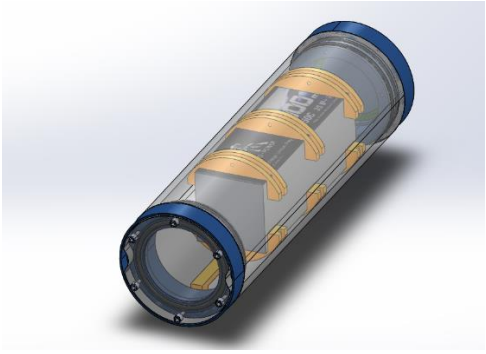
9.1 CNC işlemeyle alüminyum pervane üretimi

Raporda fazlaca yer verdiğimiz alüminyum pervane parçamız, bizim için maksimum performansın ötesinde özgün bir çalışma olmasıydı.

Şekil 39: CNC İşleme Üretilmiş Alüminyum Pervane

9.2 Batarya Tasarımı

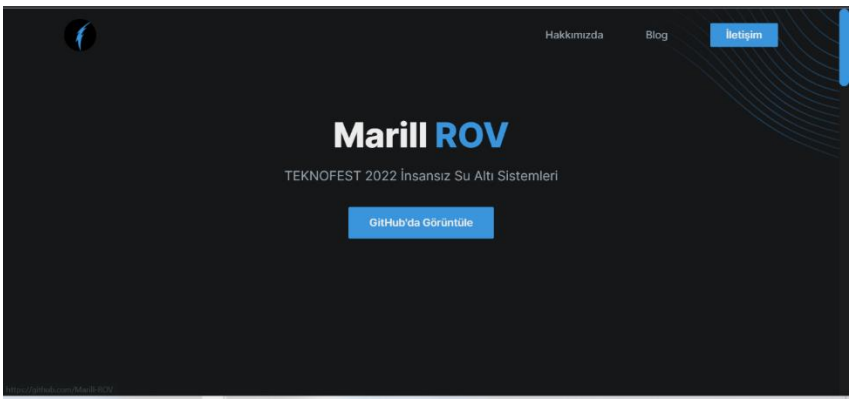
Üst haznede bulunacak olan bataryanın tutunabilmesi için bizzat kendimimizin tasarladığı bir batarya tutucu sistemi hazırladık.



Şekil 40: Maril ROV Batarya Tasarımı

9.3 Marill Rov İnternet Sitesi

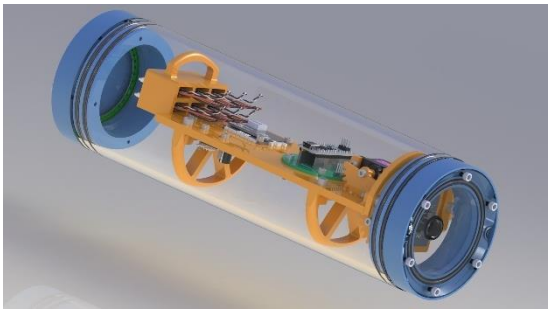
Marill Rov Takımı olarak kendi internet sitemizi oluşturuyoruz. Henüz %100 tamamlanmamış olsa da bu konuda çalışmalarımız devam ediyor Burada amaç; kolay erişilebilirlik, hakkımızda bilgi almak isteyen olması durumunda detaylı bir kaynak oluşturabilmektir. (İnternet sitemize ulaşmak için; https://www.marill.tech/)



Şekil 41: Marill Rov internet sitemizden görsel.

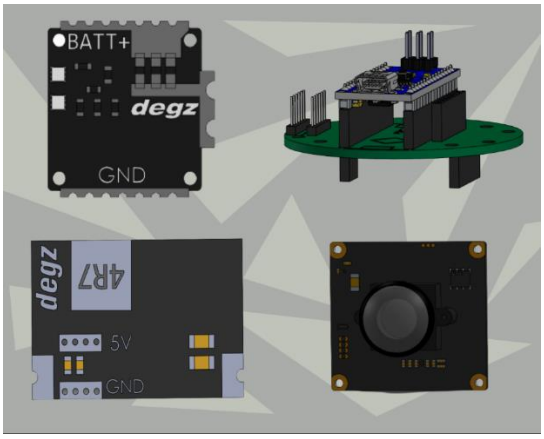
9.4 Hazne İçi Düzenleyici

Su altına inecek olan haznemizde ister istemez fazlaca açısal değişim olacaktır. Bundan dolayı hazne içindeki elektronik parçalar montajla tutturulmazsa zarar görebilir. Buna önlem olarak üretimi ve tasarımı tamamen kendimize ait bir hazne içi düzenleyici hazırladık.



Şekil 42: Marill ROV Hazne İçi Düzenleyici

Ayrıca bu parça çıkınca eksiklik bulunmaması ve bize zorluk çıkarıp zarar etmememiz için tasarımı gerçeğe tam anlamıyla uygun hale getirmek ve en ince ayrıntısına kadar tasarladık. Bu kısımda satıcı firmadan haznemizin içerisinde bulunacak olan parçaların ölçülerini istedik ve o parçaları da çizip iç tasarımı detaylı bir şekilde bitirdik.



Şekil 43: SolidWorks Üzerinden Çizimi Tamamen Bize Ait Olan Elektronik Bileşenler

9.5 İstasyon Tasarımı İçin Kutu Üretimi

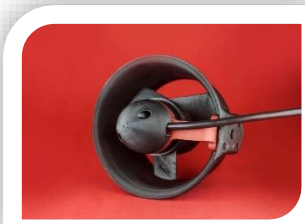
Aracın su üstünde bulunacak olan istasyon tasarımında, kablo karışıklılığını ve düzensizliği önlemek için SolidWorks üzerinden kutu hazırladık. Bu kutu sayesinde oluşabilecek düzensizliğe karşı önlemimizi almış bulunuyoruz.

10. Yerlilik

Yerlilik, ülkemizin; ekonomi savunma sanayi ve ticaret gibi alanlarını doğrudan etkilemektedir. Ayrıca yerlilik, dışa bağımlılığı azaltarak ithal ürünler yerine yerli ve milli ürünler kullanmayı sağlamaktadır. Bu sebepten dolayı takımımızın önem verdiği ve hassas çalıştığı konulardan biri ise yerliliktir.

10.1 DEGZ Firmasından Alınacak Olan Yerli Ürünler

1-) Utras İtici
Takımımızın, yarışmada ilk kez kullanılacak olan yüksek itme gücü ve yüksek verimlilik sağlayan bu motoru kullanmasının amacı, daha hızlı, pratik, keskin ve stabil hareketler yapmasını sağlamaktır.

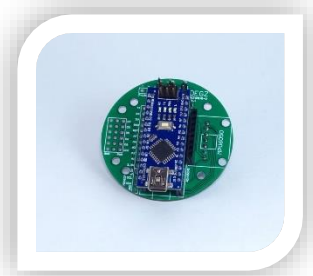


2-) H-1 Su Altı Haznesi
Takımımız robot tasarımını ve robot güvenliğini düşünerek kullandığı hazne, geniş hacme, pratik aktarım kartına, üst düzey sızdırmazlığa ve korozyonu önleyen alüminyum cıvatalara sahiptir.

3-) 5MP Ip Kamera
Su altında kaliteli bir görüntü almayı düşünerek seçtiğimiz bu kamera *1920*1080* çözünürlük ile su altındaki nesneleri rahat bir şekilde algılayabilmemizi sağlayacaktır.

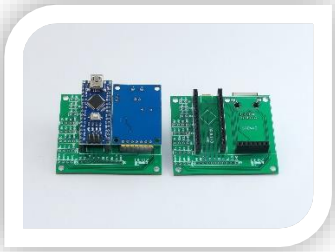
4-) Pnömatik Su Altı Tutucu Sistemi
Su altındaki nesneleri tutmamız için seçtiğimiz bu tutucu kol, basınçlı hava ile 0.8 saniyede açılıp kapanabilmektedir. 2.8 Bar altında yaklaşık olarak 180 Newton kuvvet uygulamaktadır.

5-) Lümen
Güç ve aydınlatma konusunda oldukça verimli bu lümen, *1500* lm ışık şiddeti vererek su altını daha rahat görmemizi sağlamaktadır.



6) Octomini – Su Altı Kontrolcüsü
Sağlam ve stabil bir iletişim için düşünülmüş olan *CANBUS* siteminin alıcı modülüdür.

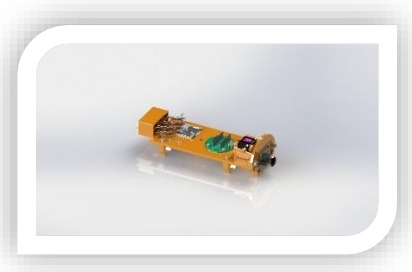
7-) Octomini-Kumanda Modülü
Sağlam ve stabil bir iletişim için düşünülmüş olan *CANBUS* siteminin verici modülüdür



8-) Güç Dağıtım Kartı
Bataryadan gelen yüksek akımı ve gerilimi motor sürücülerine dağıtmaya yarayan modüldür.

9-) ESC
Robotumuzda kullanacağımız motor sürücü, *30A* akım çekerek motordan en yüksek verimi almamızı sağlamaktadır.

10.2Hazne Düzenleyici



Hazne İçi Düzenleyici
Özgünlük kısmında da yer verdiğimiz gibi (9.5) tasarımı bize ait olan, her şeyiyle yerli ve okulumuzda üretilecek olan bir parçadır.

11. Kaynakça

- https://www.ardusub.com/
- https://degzrobotics.com/
- https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/makina_08f90.pdf
- https://bluerobotics.com/
- https://akademi.robolinkmarket.com/arduino-ile-mcp2515-canbus-spi-modulu-kullanimi/
- https://maker.robotistan.com/hall-effect-sensor-hall-etkisi-olayi-sensoru/
- https://create.arduino.cc/projecthub/ansh2919/serial-communication-between-python-and-arduino-e7cce0
- https://www.geekering.com/categories/embedded-sytems/arduino/bruno-silva/arduino-can-bus-communication/
- https://www.te.com/commerce/DocumentDelivery/DDEController?Action=showdoc&DocId=Data+Sheet%7FMS5837-30BA%7FB1%7Fpdf%7FEnglish%7FENG_DS_MS5837-30BA_B1.pdf%7FCAT-BLPS0017
- https://martytherobot.com/2019/02/12/control-marty-with-gamepad-python/
- https://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_underwater_vehicle
- https://github.com/UlusoyRobotic
- https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9114972
- https://data.coaps.fsu.edu/eric_pub/RSMAS/transfer/AutonomousUnderwaterVehicles.pdf
- https://dergipark.org.tr/tr/pub/gujsc/issue/7466/98258
- https://pyimagesearch.com/2021/02/15/automatic-color-correction-with-opencv-and-python/
- https://www.researchgate.net/publication/257425155_Low-cost_AUV_based_on_Arduino_Open_Source_Microcontroller_Board_for_oceanographic_research_application
- https://robonation.org/app/uploads/sites/4/2019/10/CalStateLA_RS17_Journal.pdf
- https://www.akademiabaru.com/doc/PROMECHAV2_N1_P10_26.pdf
- https://www.ijitee.org/wp-content/uploads/papers/v9i2/A5305119119.pdf
- Gökalp, B., Yıldız, Ö., Yılmaz, A.E., İnsansız Su Altı Araçları, Güncel Teknolojiler ve Uygulamalar, Savunma Sanayi Gündemi, s.35-39, Sayı:12, 2010/2