TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

Kapsül Rasbora ROV

İNSANSIZ SUALTI SİSTEMLERİ YARIŞMASI

KRİTİK TASARIM RAPORU

TAKIM ADI: Kapsül Rasbora ROV

KATEGORİ: İnsansız Su Altı Sistemleri

TAKIM (BAŞVURU) ID: # 459220

İçindekiler:

1.Rapor Özeti……..2

2.Takım Şeması……2

3.Proje Mevcut Durum Değerlendirmesi……..3

4.Araç Tasarımı……4

4.1 Sistem Tasarımı……4

4.2 Aracın Mekanik Tasarımı……4

4.1.1Mekanik Tasarım Süreci……..4

4.1.2 Malzemeler……..10

4.1.3. Üretim Yöntemler……..10

4.1.4 Fiziksel Özellikler……..10

4.3 Elektronik tasaım Algoritma ve Yazılım Tasarımı……12

4.3.1 Elektronik Tasarım Süreci……12

4.3.2 Algoritma Tasarım Süreci……..16

4.3.3 Yazılım Tasarım Süreci……18

4.4 Dış arayüzler……18

5. Güvenlik ……18

6. Test……19

7. Tecrübe……22

8. Zaman, Bütçe ve Risk Planlaması……23

9. Özgünlük……..25

10. Yerlilik……28

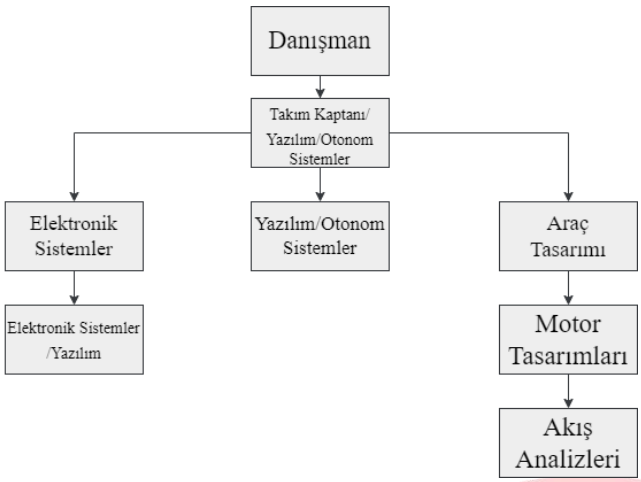
11.Kaynakça……30

1. RAPOR ÖZETİ

Kapsül Rasbora ROV ekibi, Teknofest 2021 İnsansız Su Altı Yarışması'nda edindiği tecrübelerden yola çıkarak bu sene çalışmalarına özen göstermiştir. Ön Tasarım Raporu'nda teorikte kalan araç Kritik Tasarım Raporu'na kadar atölye ortamında üretilmiş ve gerekli testler alınmıştır. Faaliyetlere devam eden takımda araç her zaman gelişime devam etmekte ve ön tasarımda kararsız veya yeteri kadar iyi olmayan kararlar düzeltilmiştir.

2. TAKIM ŞEMASI

Elektronik kısmında çalışan 2 takım arkadaşı, mekanik kısmında ana bölümleri araç tasarımı, motor tasarımı ve akış analizlerini alan toplam 3 takım arkadaşı ve yazılım/otonomdan sorumlu 2 takım arkadaşı bulunmaktadır Kapsül Rasbora ROV ekibi danışman dahil 8 kişidir.



Elektronik Sistemler: Takımın ekip başlıkları altında yer alan elektronik sistemler ekibi; aracın elektronik kartlarından, kartlar arası haberleşmeden, bağlantıların lehimlemesinden, mikrodenetleyici yazılımından sorumludur. Bu sorumluluklar için ekip; Arduino bilgisi, Eagle ile kart çizim bilgisi, lehim bilgisi, kullanılacak olan haberleşme protokollerine hâkim olma gibi becerilere sahiptir

Mekanik Tasarım Ekibi: Takımın ekip başlıkları altında yer alan mekanik tasarım ekibi; aracın mekanik çiziminden, parçaların üretim sürecinden sorumludur. Bu sorumluluklar için ekip; Autodesk Solidworks bilgisi, Autodesk 3DS Max bilgisi, 3D baskılar için Creality programı gibi becerilere sahiptir.

Yazılım Ekibi: Takımın ekip başlıkları altında yer alan yazılım ekibi; aracın arayüz tasarımı, bilgisayar ve araç arası haberleşmesi, otonom sistem yazılımı gibi alanlardan sorumludur. Bu sorumluluklar için ekip; Python, Python, OpenCV kütüphanesi ve derin öğrenme gibi becerilere sahiptir.

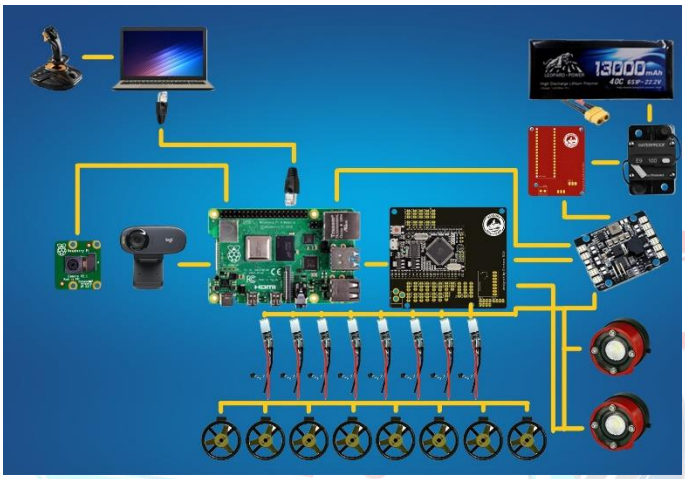
3. PROJE MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRMESİ

Ön tasarım raporunu iyi bir puanla tamamlayan takım, raporun eksiklerini hakemlerin bıraktığı notlardan yola çıkarak değerlendirmiştir. Önceki raporda zayıf yön olarak belirtilen; takım şemasına ve açıklamasına, görev dağılımları ve faaliyetlere ve kaynakçaya özen gösterilmiştir. Bununla birlikte ön tasarımda düşünülen araç tasarımı değiştirilmiş ve nihai tasarım belirlenip, kestirilmiş ve monte edilmiştir. Tasarımdaki değişiklik sebebi ise detaylı olarak mekanik tasarım sürecinde anlatılsa da özetle daha verimli, daha işlevsel olduğu içindir. Elektronik sistemlerde değişiklik yapılmamış ve gerekli olan denemeler yapılmıştır. Araç raporun geri kalanındaki fotoğrafta olduğu gibi araçta küçük kısımlar hariç her şey hazırdır ve en kısa sürede su altında testlere başlayacaktır. Bunun yapılmasında ana etken olan ana sponsorumuz Kapsül Teknoloji Platformu ile ilişkiler sürdürülmekte ve parça tedariki

sağlanmaktadır. Bütçede yalnızca kurdan dolayı oluşan yükselişse tolere edilmeye çalışılmaktadır.

4. ARAÇ TASARIMI

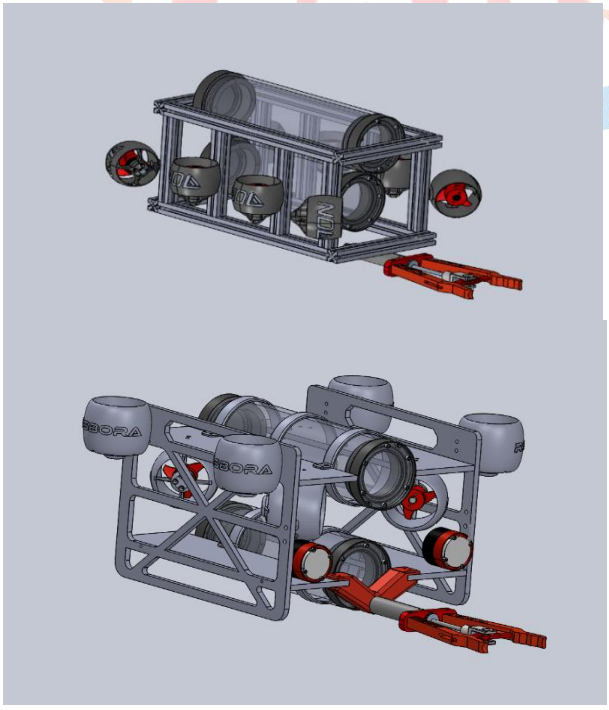
4.1. Sistem Tasarımı



Kullanılmak üzere tasarlanan sistem, aracın su altı hareketlerini kolaylaştıran, verimlilik kısmı göz önünde bulundurularak yapılmış olan modele uygun olacak şekilde tasarlanmış, daha sonra bu planlamalara uygun bir devre kartı tasarımı yapılmıştır. Devre kartı tasarımı aracın motor bağlantıları, denge ve kontrol sistemleri gibi ihtiyaçları göz önünde bulundurularak olabildiğince minimal bir tasarım olarak yapılmıştır. Elektronik sistem tasarımı itki, güç ve kontrol sistemleri tek tek ele alınarak yapılmıştır. Daha sonra kontrol sistemi ile motorları çalıştıran mikrodenetleyici yazılımları, görüntü işleme, haberleşme gibi yazılımlar yazılarak araç planlanıldığı şekilde son haline getirilecektir. Elektronik, yazılım ve mekanik alanlarındaki tasarımlara ve yapılan işlere kendi alanlarında detaylarıyla değinilmiştir.

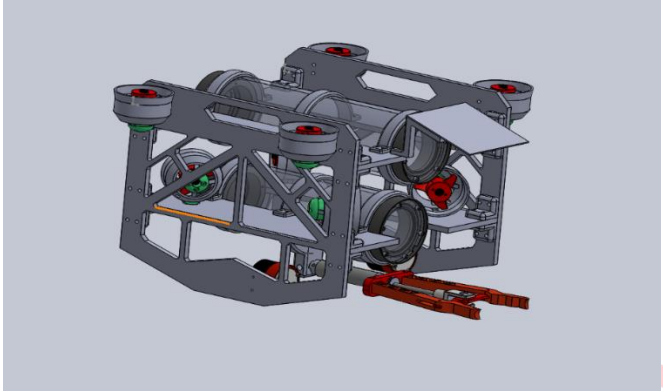
4.2. Aracın Mekanik Tasarımı

4.1.1. Mekanik Tasarım Süreci



Yarışmaya başvuru yapılmadan önce Kapsül Rasbora ROV ekibi tarafından hazırlıklara başlanılmıştır. Kâğıt üzerine ön çalışmalar, eskizler çizilmiş; örnek tasarımların artı ve eksi noktaları analiz edilmiş ve alınan ilhamla oluşturulan eskizler zamanla düzeltilmiş ve geliştirilmiştir. Ardından aracın bilgisayar ortamında kaliteli görünümlerini elde etmek ve daha sonra parçaları kestirmek adına Autodesk TinkerCAD, Solidworks programları üzerinden aşamalı olarak çizimler yapılmıştır. Rapora render'ları eklemek ve

hoş görüntüler elde etmek için Autodesk 3ds Max programı üzerinden renderlar alınmıştır. Tasarım süreci sindirilerek ilerlemiş ve nihai sonuca zamanla varılmıştır.



Autodesk Solidworks ortamında geliştirilen ilk çizimin yandaki şekilde gösterilen gibi alüminyum şasiye sahip olması hedeflenmekte idi. Aracın şasisinin tamamen sigma profil ve 3D parçalar ile oluşturulması planlanmaktaydı. Aracın bu profiller ile diğer üretim maddelerine kıyasla daha ağır olacağı gerçeği, estetik hoşnutsuzluk ve görevlere uygun olmaması gibi sebeplerden dolayı bu çizimden vazgeçilmiştir.

Ön tasarım raporunda son tasarım olarak düşünülen tasarım için şasi polietilen levha ve 3D PLA parçalar ile tasarım oluşturulmuştur. Bu tasarımın değiştirilme nedenlerinden başlıcası araca takılan pnömatik kolun aracın ağırlık merkezine uygun olmaması ve görev sırasında denge problemi yaşama ihtimalidir. Bu sebeplerden dolayı tasarım sorunları giderilerek ve yeni özellikler eklenerek son tasarım hazırlanmıştır.

Yapılan geliştirmeler ve hata tespitleri sonucu çizilen nihai araç tasarımı yanda verilen şekildedir. Önceki araç tasarımlarının eksik yönleri yeni tasarıma tecrübe, iyi yönleri ise ilham kaynağı olarak aktarılmıştır.

Araçta hareketi sağlaması adına, 8 adet takım tarafından tasarlanıp üretilen itici bulunmaktadır. 4 adet itici, aracın kendi etrafında dönmesini ve temel hareketlerini(ileri,geri,sol,sağ) sağlayacak; diğer 4 adet itici ise derinlik işlevini görerek görevlerdeki parça taşıma, daireye yerleşme gibi önemli noktalarda çalışması planlanmaktadır. İticilerin su giriş ve çıkış kısımlarında boşluklu yapı oluşturularak daha rahat ve verimli bir itki alınmak istemiştir. İticilerin gelişim ve üretim kısımlarına motor tasarım sürecinde değinilmiştir.

Araçta çift hazne kullanılması planlanmaktadır. Elektronik sistemde bahsedildiği gibi bataryalı olacak araç için çift hazne büyük önem arz etmektedir. Bir haznede elektronik sistem ve ilk kamera; diğer haznede batarya ve ikinci kamera konması planlanmaktadır. Böylece otonom görevde daire tespiti daha kolay olacak, elektronikle bataryanın ayrılması işlevselliği arttıracak ve karmaşayı engelleyecek, araca da hoş bir görüntü katacaktır.

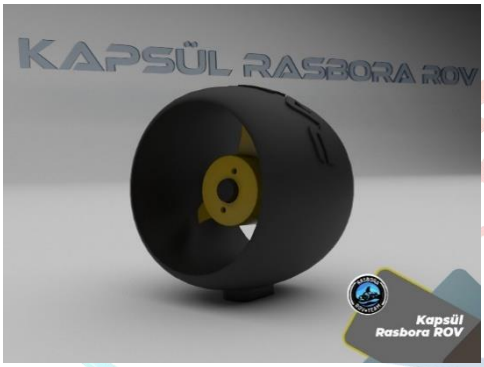
Görevler için gereken tutucu kol pnömatik sistemle çalışacaktır. Havuz dışarısında bulunan kompresör kola yardımcı olacak, kol gerektiği yerlerde kasılıp gevşeyerek görevleri tamamlayacaktır.

Tutucu Kol:

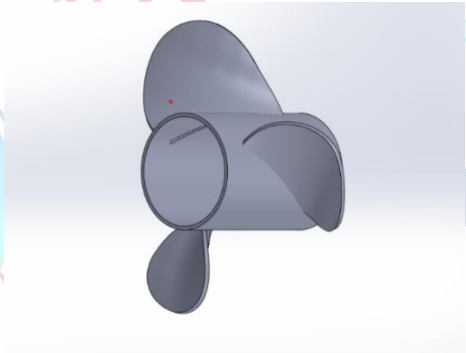
TEKNOFEST tarafından araçtan yapılması beklenen manuel kontrollü görevler için araçta bir adet tutucu kol gerekmektedir. Bu noktada kol seçiminde en uygun çözümü arayan takımımız pnömatik sistem çözümünü kullanmaya karar vermiştir. Zira diğer çözüm yöntemlerinden olan elektrikli motorlarla çözü noktasında, her ne kadar su geçirmez motorlar kullanılsa da bu motorlar kullandığımız derinlikte su sızmasına sebebiyet vererek motorların bozulmasına ve içerisinde

bulunan metal dişli çarkların paslanarak kolun çalışmamasına sebebiyet verecektir. Aynı zamanda kullanılabilir diğer bir çözüm yolu olan hidrolikte sistem de uygulanabilirlik olarak istenilen verimi sağlayamayacağından dolayı kullanılmayacaktır. Pnömatik sistem ise hem paslanacak veya bozulacak parça bulundurmadığından hem de uygulanabilirlik açısından zor olmadığından dolayı seçilmiştir. Kullanılan bu kol ile bütün manuel görevler rahatlıkla yapılarak araç yarışmayı tamamlayacaktır.

4.1.1.1.Motor Tasarımları



Geçen Sene ilk deneyimini kazanan takımımız bu sene itici tasarımlarının bize ait olmasını istemiş ve bunun için çalışmalar yapmıştır. Gerekli eğitimleri online şekilde almış ve sonuç olarak itici tasarlamaya başlamıştır. Ön tasarım raporuna eklenen soldaki iticiler tasarlanmış ve akış analizleri yapılmıştır. Ancak motorların gereken verimi vermediği anlaşılmış ve baştan yeni çeşitli pervaneler ve itici kalıpları tasarlanmıştır. Akış analizleri yapılmış ve verimi yüksek görülenler üretilmiş ve ardından M1 motorlara monte edilerek su ortamında denenmiştir.

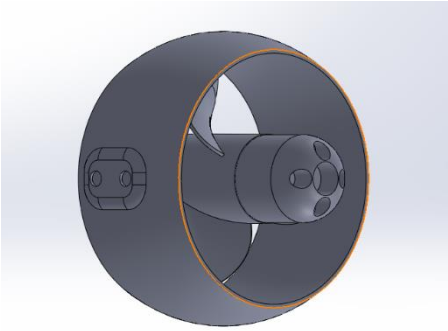


Resim 1

"Resim 1"de bulunan pervane su altı aracımız için tasarımcılarımız tarafından tasarlanmış olan ilk pervanedir. Motor 3D PLA olarak üretilmiştir. Diğer resimlerde verilen kalıplarla birlikte denenmiş ve yapılan analizler sonucu istenileni karşılamayacağından ve işlevsellikten uzak olacağından araçta kullanılmamasına karar verilmiştir. Analiz sonuçları hakkında;

-Pervanenin çok fazla suyu atarak iyi bir itki verilmesi artı yöndür. Lakin bu itkiyi verebilmesi için tam güçte çok fazla güç çekmektedir. Bu da bataryalı olan araca çok büyük bir yük ve pil ömrünü kısaltıcı bir etkendir.

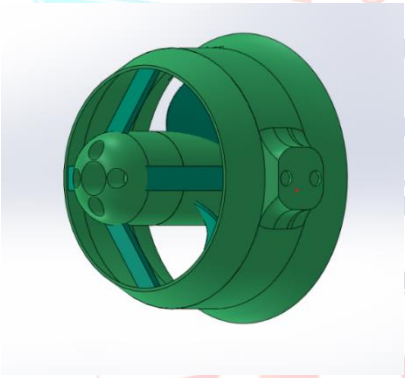
“Resim 2” de bulunan itici tasarım ekibi tarafından “Resim 1”deki pervanenin denenmesi için çizilen ilk prototiptir. Ancak yapılan analizler sonucu bulunan hatalar bu itici kalıbının üretim aşamasına geçmesini engellemiştir;



Resim 2

1-Pervanenin çiziminden ötürü itici kalıbının tasarımı suyun girdiği ve çıktığı kısmı dar, pervanenin bulunduğu yer ise geniş olarak tasarlanmıştır. Bu olay itki kuvvetine zarar vermiş ve temel motor prensiplerine aykırı olmuştur.

2- İticide ‘’Resim 1’’de bulunan pervane kullanılmaktadır. Motorun hacmini büyültücü ana unsur olan pervaneden dolayı itici de büyük olmuştur. Aracın boyutlara uymayan bu itici tasarımı da kullanılmamasına sebeptir.



Resim 3

3- Pervanenin etken olduğu iticinin fazla güç çekmesi batarya ömrü, gereksiz itki, maliyet gibi nedenlerden dolayı dezavantajdır.

Tasarımcılarımız bu dezavantajları göz önüne alarak ‘’Resim 3’’de bulunan motoru tasarlamışlardır.

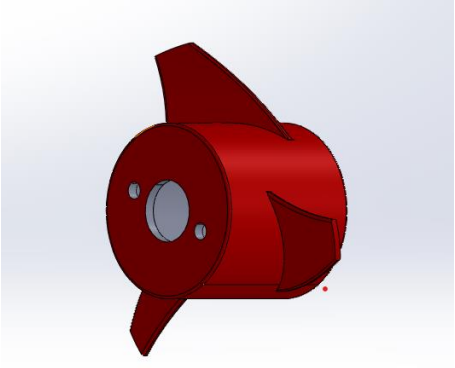
‘’Resim 3’’deki motoru ‘’Resim 2’’de olan motorun dezavantajlarını gidermek üzere tasarlanmıştır. Ancak bu tasarımımızda da bazı dezavantajlar kullanılmasına engel olmuştur.

İticinin dezavantajları şunlardır:

1- Motorumuz suyun girdiği kısmın geniş çıktığı kısmın dar olması istenilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu şekilde tasarlanarak itkisinin fazla olması amaçlanmıştır. Bu amaç bir nebze gerçekleşmiş olsa bile iticinin boyutunun büyük olmasından dolayı daha fazla su çekeceği gerçeği bulunmaktadır. Bu durum motorun daha fazla güç tüketmesine sebep olacaktır. Bu da aracımız için bir dezavantajdır.

2- Önceki motorlarda olduğu gibi bu motorda da ‘’Resim 1’’de bulunan pervaneyi kullanacağımızdan dolayı aracın hacmi büyüyecek ve ‘’Resim 3’’de bulunan motor araçta

fazla yer kaplayacaktır. Bu sebeple aracın boyutu genişleyecek ve bu durum bizim için bir dezavantaja dönüşecektir.

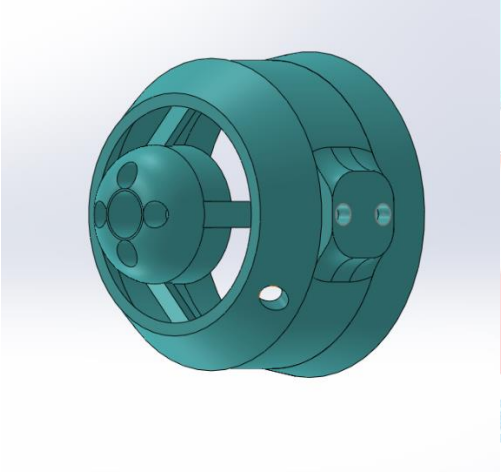


Resim 4

''Resim 4''de bulunan pervane yarışmada kullanmayı amaçladığımız pervane olup ''Resim 5''de belirtilen motora takılacaktır. Bu pervaneyi seçme nedenlerimiz şunlardır:

1- ''Resim 4''de belirttiğimiz pervane ''Resim 1''de kendi tasarımımız olan pervaneden küçük olmasından dolayı aracımızda kapladığı alan daha azdır. Bu sebeple aracımız hem hacim hem de ağırlık olarak daha avantajlı konuma gelmiştir.

2- ''Resim 4''de bulunan pervane ''Resim 1 ''de bulunan pervaneden daha küçük olduğu için güç kullanımı daha azdır. Bu durum aracımızın kullanım süresini arttırmakta ve itkisi de yeterli durumdadır. Bu durum da bizim için avantajlıdır.



Resim 5

Tasarımcılarımız hem ''Resim 2'' hem de ''Resim 3''de bulunan tasarımların dezavantajlarını göz önünde bulundurarak yarışmada kullanmak üzere ''Resim 5''de bulunan motoru tasarlamışlardır.

''Resim 5''de bulunan motorun tasarımı takımımıza ait olup ''Resim 3'' ve ''Resim 4''de bulunan motorlara kıyasla daha avantajlı olması sebebiyle yarışmada kullanmayı hedeflemekteyiz.

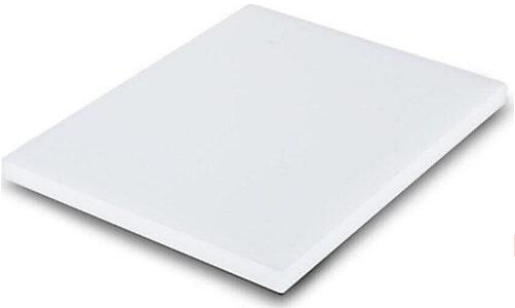
Bu motorun seçilmesinin sebepleri:

1- Motorumuzda pervane olarak ''Resim 4''de bulunan pervaneyi kullanmaktayız. Kullandığımız pervane ''Resim 2'' ve ''Resim 3''de kullandığımız motorların pervanelerine kıyasla daha küçük olduğu için motorumuzda diğer motor tasarımlarımıza göre daha küçük olmuştur. Daha küçük olmasının avantajı ise hem aracımızda daha az yer kaplayıp aracın hacmini küçültmek hem de ağırlığını azaltmaktır. Aracımızın daha hafif olması ise bizim için bir avantajdır.

2- ''Resim 5''de bulunan motorumuzda suyun giriş kısmının geniş, çıkış kısmının ise küçük olması istenilerek tasarlanmıştır. Böyle tasarlanmasının nedeni ise itki kuvvetini arttırmaktır. Suyu hacimce daha geniş bir delikten alıp daha dar bir delikten çıkardığımız için suyun basıncı artmaktadır. İşte bu durum da itkimizi fazlalaştırır. İtkinin fazla olması ise aracımızın daha güçlü olması demektir.

3- Motorumuzun tasarımın küçük olmasının bir başka avantajı ise diğer motorlara göre daha az güç kullanmasıdır. Bu durum hem pilimizden daha az enerji kullanarak aracın sürüş süresi arttırır hem de daha küçük bir pil kullanarak aracımızın ağırlığını azaltmaya yardım sağlar. “1. Madde”de de belirttiğimiz gibi aracımızın daha hafif olması bizim için avantajlı bir durumdur.

4.1.2. Malzemeler



4.1.2.1. POLİETİLEN LEVHA

Polietilen [1] maddenin önde gelen özellikleri su emmeme, düşük yoğunluk, kimyasallara karşı dayanıklılık, kolay işleme, bakteri üretmemesi, aşınma dayanımının yüksek olması, özgül ağırlığının düşük olmasıdır. Aracımız su altında olacağı için su emmeme ve bakteri oluşmaması gibi faktörler polietilende olması ve bu özelliği olan diğer malzeme ve hammaddelerden daha hafif bir madde olması araçta kullanılmasının başlıca nedenlerinden biridir. Sağlamlık olarak ise sınıfındaki diğer maddelerden esneklik ve dayanıklılık konusunda öne çıkmaktadır. Bu yüzden aracımızın şasesinde polietilen levha kullanımına karar verilmiştir.

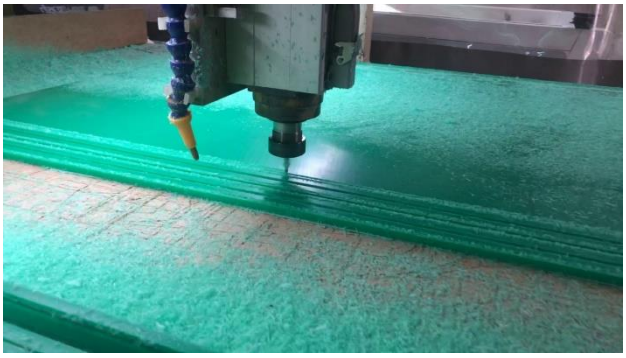
4.1.2.2.PLA FİLAMENT

Aracımızın üç boyutlu parçalarının üretiminde kullanılmış olan PLA[2], sert bir yapıya ve hafif esnekliğe sahiptir. Çözümlenmesi sınıfındaki çoğu üründen zordur. Araçta çarpmalar ve düşmelere karşı dayanıklılığı en iyi şekilde sağlayan ve ağırlık sağlamlık dengesini en verimli şekilde sağlanmasında büyük rol oynayan, aynı zamanda sualtında dağılması zor olan bu madde aracın destek parçaları ve gerekli birleşim noktalarında kullanılan parçaların üretiminde kullanılmak üzere tercih edilmiştir.

4.1.3. Üretim Yöntemleri

4.1.3.1.Lazer ile Kesim

Lazer ile kesim yöntemi ahşap, termoset plastik ve karbonlar üzerinde rahatlıkla uygulanır.



Lazer ile kesim 3 kısma ayrılır:

1-Eriterek İşleme

2-Termal Gerdirme

3-Reaktif Lazer Kesim İşlemi. Araçta kullanılan polietilen levhalar lazer kesim yöntemi ile kesilmiştir. Bu yöntem hızlı kesimi ve diğer sanayi aletleri ile kestirilebilecek yöntemlerden daha az maliyetli olduğu için, tercih edilmiştir.

4.1.3.2. 3 Boyutlu Baskı

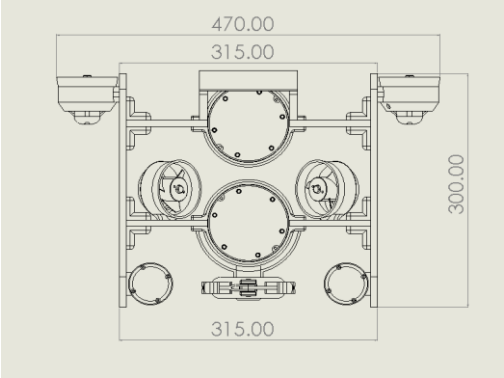
"3 Boyutlu Baskı" yöntemi, araçta kullanılan ve örneği bulunmadığından takımımız tarafından bilgisayar ortamında tasarlanan çeşitli parçaların üretimini sağlayan pratik ve işlevsel bir üretim yöntemidir.

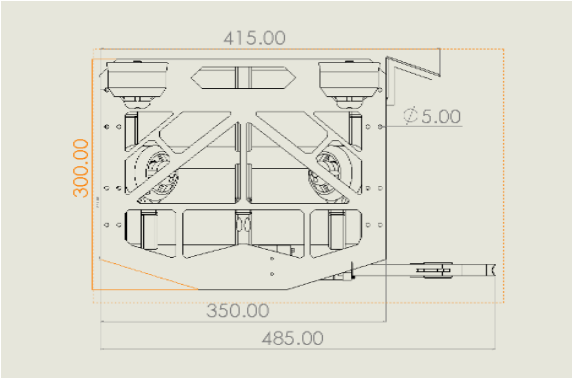
Araçta kullanılan silindirik parçalarla polietilen şase arasında ve polietilen şaselerin kendi aralarında yapılan bağlantılarında çeşitli üç boyutlu parçalara ihtiyaç duyulmuştur. Bu noktadaki ihtiyaçları ucuz, pratik ve hızlı bir şekilde sunabildiğinden dolayı üç boyutlu yazıcı ile üretim yöntemi tercih edilmiştir.

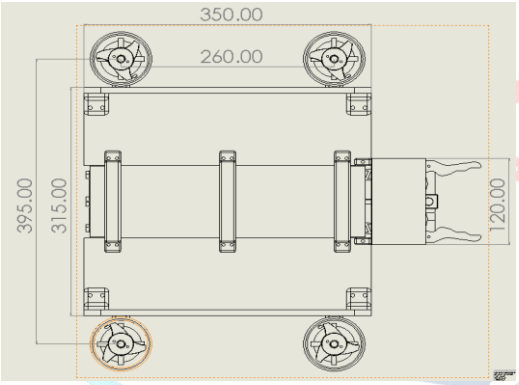
4.1.4. Fiziksel Özellikler

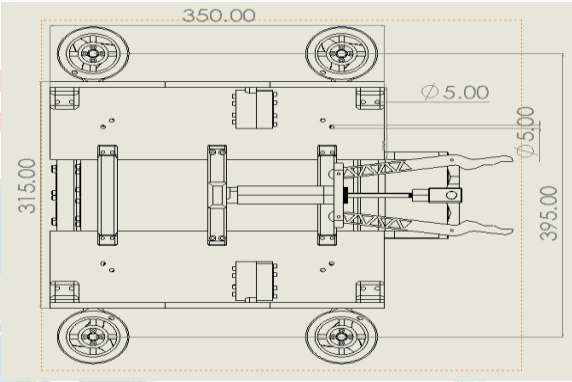
Aracın uzunluğu pnömatik kol olmadan 350 mm pnömatik kol ile 485 mm'dir. Motorlar takılı değilken 315 mm genişliğe sahip olan araç motorlarla birlikte 470 mm'dir. Aracın toplam eni 300 mm'dir

Uzunluk	Ağırlık	Hacim	Yoğunluk
485x470x300mm	8700 gr	4424157.11 mm^3	1.966,48 kg/m^3





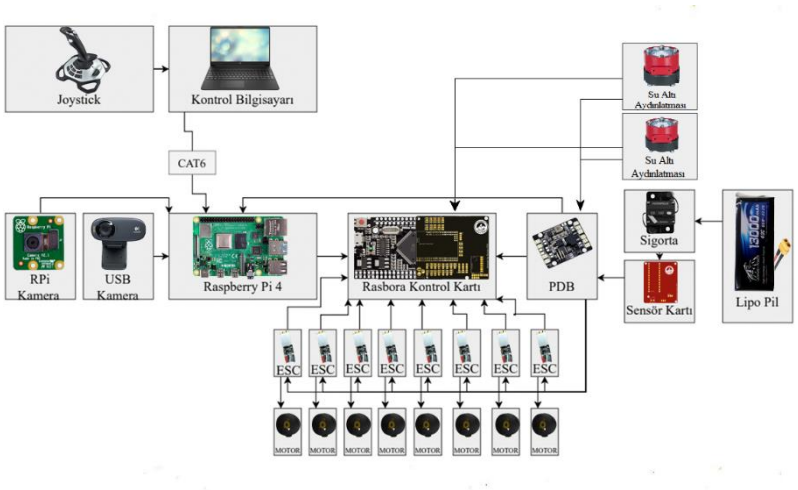




4.3. Elektronik Tasarım, Algoritma ve Yazılım Tasarımı

4.3.1. Elektronik Tasarım Süreci

Araca ait bütün elektronik sistemlere ve kullanılan alt bileşenlere aşağıda değinilmiştir. Genel olarak Ön Tasarım Raporunda belirtilen sisteme sadık kalınmıştır. Hem manuel hem otonom kontroller için yine Raspberry Pi kullanılacaktır. Manuel kontrollerde, bilgisayara bağladığımız joystick kontrolcüden okunan bilgiler Ethernet portu üzerinden SSH ile Raspberry Pi'ye gönderilecek, burada okunan veriler seri haberleşme yolu ile, kendi tasarımımız olan kontrol kartı üzerindeki Arduino Mega'ya iletilecektir. Arduino Mega'da ise bu değerler değerlendirilerek motorlara iletilecek ve manuel kontroller bu şekilde sağlanacaktır. Raspberry Pi tarafından oluşturulan otonom hareket komutları, yine seri haberleşme yolu ile Arduino tarafına iletilecektir. Arduino üzerinde bu komutlara göre motorlara güç verilerek aracın otonom hareketleri sağlanacaktır. Haberleşmede seçilen protokollerin detaylarına ve seçilme sebeplerine "Elektronik Üretim Süreci" başlığı altında detaylı olarak değinilmiştir.

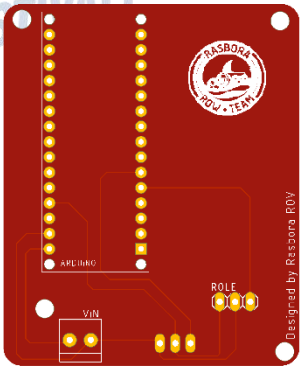


Araçta sekiz adet motor ve her motor için birer ESC, manuel kontrolleri sağlamak için bir joystick kontrolcü, bir adet Raspberry Pi 4, görüntü almak için bir Raspberry Pi kamera modülü ve bir USB kamera, joystick verilerini Raspberry Pi tarafına göndermek, alınan kamera görüntülerini su üstüne iletmek gibi işleri yapmak için bir kontrol bilgisayarı ve bir adet Arduino Mega Mini kullanılacaktır. Su altından alınan görüntüyü aydınlatma amacı ile iki adet su altı aydınlatması kullanılacaktır. Aracın gücünü sağlamak için bir adet 6S Lipo pil, araç üzerindeki kartların 5V ihtiyaçları için bir adet güç dağıtım kartı kullanılacaktır. Anormal bir durum karşısında pilden gereğinden fazla güç çekilmesi karşısında pile ve çevresine zarar vermesini engellemek adına gücü kesmek için bir sigorta kullanılacaktır. Tüm bunlara ek olarak haznenin içine su kaçmasına karşın elektronik sistemlere zarar gelmesini önlemek adına bir sıvı tespit kartı tasarlanmıştır. Bu kart sayesinde elektronik sistemlerin bulunduğu haznenin içine su kaçması durumunda aracın gücü kesilerek olası risklerin önüne geçilecektir.

Aracın en son oluşturulan elektronik tasarımı yukarıda gösterildiği şekildedir. Yapılacak görevler göz önünde bulundurularak en sade ve kullanım kolaylığı sağlayan sistem oluşturulmaya çalışılmıştır. Bilgisayar ve araç arasında yapılacak haberleşmenin SSH kullanılmasının sebebi, sadece bir Ethernet kablosu kullanarak haberleşmeyi sağlamasıdır. Bu sayede aracın hareketleri oldukça kolay olacaktır.

4.3.1.1.Güç Sistemi

Araca güç sağlaması için 6S 13000 mAh'lık değerlere sahip bir Li-Po pil kullanılacaktır. Araca hız katmak amacı ile motorların kaldırabileceği en yüksek gerilim değerinde güç verilmesi istenildiğinden dolayı bu gerilim değerine sahip bir pil tercih edilmiştir. Kapasite olarak ise kullanılan haznenin içine sığacak en büyük değerdeki pil kullanılmıştır.



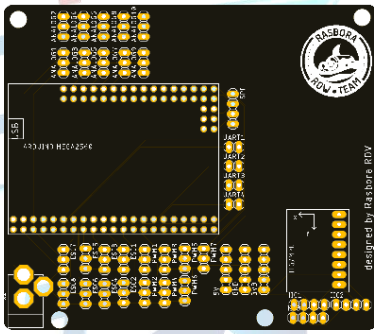
Raspberry Pi ve Arduino gibi kartlara sağlanacak olan 5V için kullanılan güç dağıtım kartı, bataryanın aşırı deşarj olması durumunda ses çıkışı vererek pile zarar vermememiz konusunda bize yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda pilin aşırı güç çekmesi durumunda pilin ve pilden oluşabilecek risklerden ötürü çevrenin sağlığını korumak amacı ile araya bir adet sigorta yerleştirilmiştir. Hepsine ek olarak araca su sızması durumunda bunu algılayarak gücü

kesmesi amacı ile takımımız üyeleri tarafından tasarlanan sıvı tespit sensör kartı sayesinde hazneye su kaçması durumunda güç kesilerek araç ve çevresi korumaya alınmış olunacaktır.

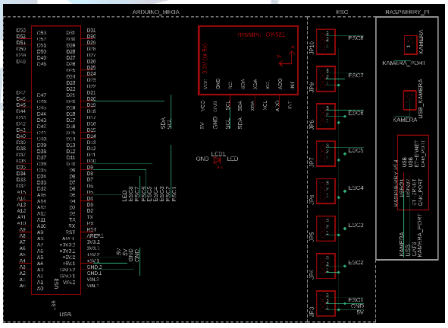
4.3.1.2.İtki Sistemi

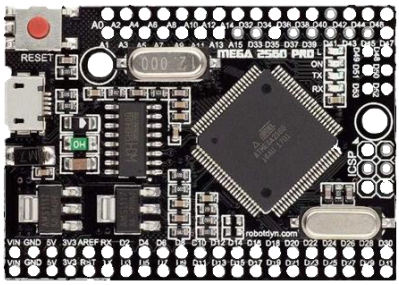
Aracın hareketlerinde M1 su geçirmez fırçasız motorlar kullanılacaktır. Normal fırçasız motorlar yerine bu motorların tercih edilme sebebi bobinleri üzerinde bulunan epoksi kaplama, rulman ve diğer metallerinin paslanmaz malzemelerden üretilmiş olması sayesinde su altı kullanımında ortaya çıkabilecek sorunları en aza indirgemesidir. Motorlara güç veren ESC'ler ise 35A'e kadar güce dayanabilmektedir. Aynı zamanda motoru çift yönlü olarak çalıştırabilmesi sayesinde su altı aracına her türlü manevrayı yapabilmesi için kabiliyet sağlamaktadır.

4.3.1.3.Kontrol Sistemi



Aracın otonom ve manuel kontrol merkezi olarak Raspberry Pi 4 – 8 GB model kullanılacaktır. Diğer kart bilgisayarlar yerine Raspberry Pi tercih edilmesinin sebebi ise, fiyat-performans olarak önde olmasıdır. 8 GB RAM'e sahip olması sayesinde aynı anda yapılacak olan görüntü işleme, bilgisayar ve arduino ile haberleşme işlerinde hızdan kayıp yaşamadan, aracın otonom hareketlerini yapmasına ve pilot tarafından kontrol edilmesine büyük katkı sağlamaktadır. Su altı görüntüleri bir adet Raspberry Pi kamera modülü ve bir adet USB kameradan alınacaktır. Kameralardan bir tanesi otonom görevde aracın altında bulunacak olan çemberi görmek için konulmuşken diğeri pilotun görüntü alması ve aracın otonom görevde etrafını görmesi için kullanılmaktadır. Aynı zamanda aracın su altında aldığı görüntülerini aydınlatmak amacı ile iki adet su altı aydınlatması kullanılacaktır. Kullanılan aydınlatmalardan her biri 1500'er Lümenlik ışıklandırma sağlamaktadır. Bu sayede aracın su altı görüntüsü istenilen seviyede aydınlatılmış olunacaktır.

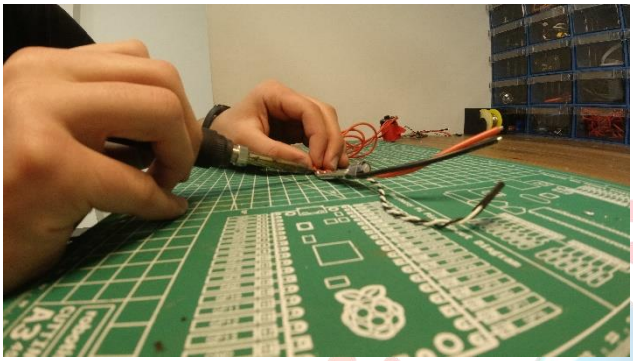




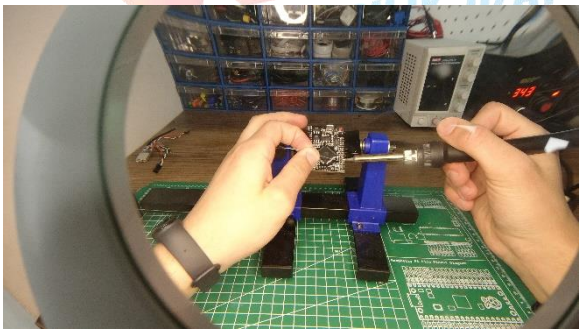
Motorlara gerekli sinyalleri gönderecek mikrodenetleyici kartı olarak Arduino Mega Mini kullanılacaktır. Pin sayılarının oldukça fazla olması ve boyut olarak çok küçük boyutlarda olması sebebi ile Mega Mini modeli tercih edilmiştir. Arduino

Mega, aracın dengeleme yazılımı olan PID için kullanılacak MPU6050, ESC'ler için pin çıkışları ve aydınlatma için gerekli pinleri bir arada toplayan kart ise takımımız tarafından tasarlanmıştır. Tüm bu elemanları bir araya toplayan kart oldukça küçük boyutları sayesinde yüksek kullanım kolaylığı sağlamaktadır.

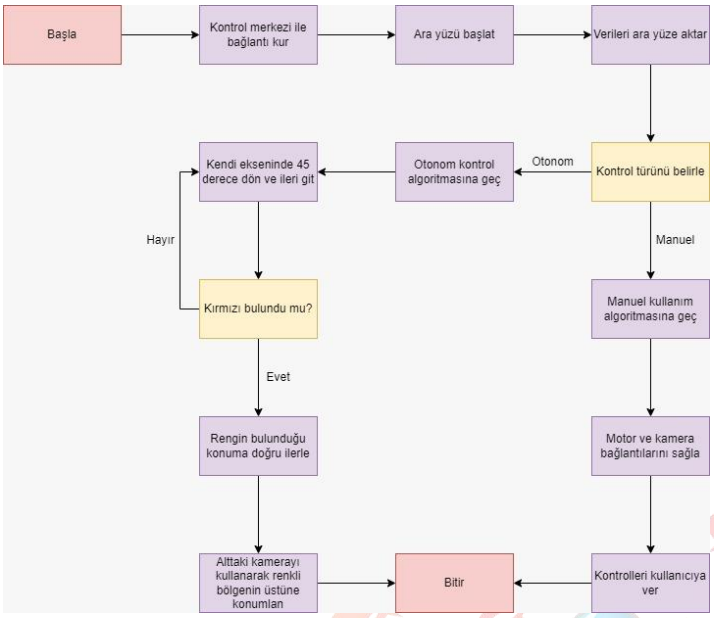
4.3.1.4.Elektronik Üretim Süreci



Aracın elektronik sisteminin kurulumuna başlanıldığında ilk olarak bilgisayar ile haberleşme işi yapılmıştır. Haberleştirme işi bilgisayar ve Raspberry Pi'nin Ethernet portları üzerinden Cat6 kablo ile yapılmıştır. Bu noktada tercih edilen kablonun en çok karşılaştırıldığı Cat5 yerine Cat6[3] olmasının ise belli başlı sebepleri vardır. Örneğin; Cat5 kablo yabancı sinyallerden rahatlıkla etkilenebilirken Cat6 kablonun etkilenmesi oldukça zordur. Çünkü Cat6 kablolarda dış parazit koruması bulunmaktadır. Aynı zamanda Cat5 kablolar 100 mbps'ye kadar bir veri iletim hızı sağlarken bu hız Cat6 kabloda 10 Gbps'ye kadar çıkmaktadır. Bu sayede gecikme yaşamadan oldukça hızlı bir şekilde haberleşme sağlanabilecektir. Haberleşmede kullanılan SSH yöntemi ise "Yazılım Tasarım Süreci" başlığı altında detaylı olarak anlatılmıştır. Haberleşme sağlandıktan sonra kullanılacak olan joystickten okunan bilgiler Raspberry Pi tarafına iletilerek bu veriler daha sonra Arduinoya gönderilecektir. Arduino ile Raspberry Pi arasındaki iletişimde ise "Seri Haberleşme Protokolü" kullanılacaktır. Hızlı, kolay ve aynı zamanda çift taraflı haberleşme sağlanabildiğinden dolayı haberleşmede bu yöntem tercih edilmiştir. Arduino tarafında ise okunup yorumlanan tüm joystick verileri belirlendikleri şekilde motorlara güç vereceklerdir. Aynı zamanda kontrol kartının üzerinde bulunan MPU6050 akselometre ve jiroskop sensöründen alınan bilgiler sayesinde aracın yere göre eğimi hesaplanarak bir PID sinyali oluşturulması, bu sinyaller doğrultusunda aracın kendisini sürekli dengelemesi ve bu sayede daha stabil hareketler sergilemesi planlanmaktadır. Otonom hareketlerde ise kameralardan alınan bilgiler dahilinde Raspberry Pi tarafından oluşturulan hareket komutları yine seri haberleşme hattı üzerinden Arduin'ya iletilecek, alınan bu komutlarla otonom hareketler gerçekleştirilecektir. Otonom sistemin yazılım detaylarına yine ilgili başlığın altında detaylı olarak değinilmiştir.



4.3.2. Algoritma Tasarım Süreci



Algoritması projenin en önemli kısımlarından biridir. Bizde bu kısımda fazla karışık olmayan bir yol seçerek bütün algoritmaları tek bir diyagrama yerleştirmiş bulunmaktayız. Araçta bulunan Arduino ile beraberinde ki motorlar ve sensörlar kontrol edilmektedir. Kontrol merkezinde aracı kullanan kişiye kolaylık sağlaması amacıyla kolay anlaşılabilen kullanıcı dostu bir ara yüz yapılmıştır. Araçta kullanılan sensör ve kameralardan alınan veriler bu ara yüze yansıtılmaktadır.

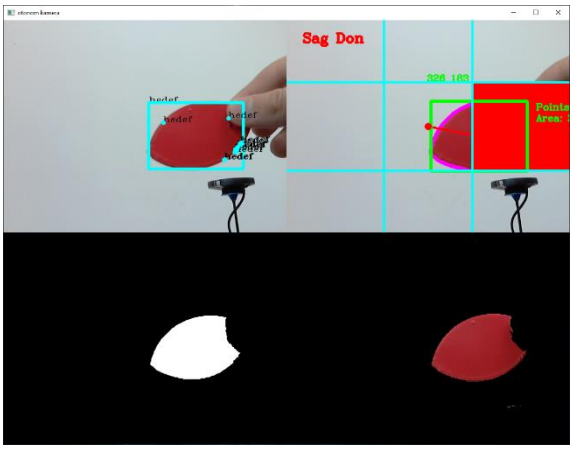
4.3.3. Otonom Algoritma

Otonom kontrol algoritmasında iki kameradan alınan veriler üzerinden görevin tamamlanması hedeflenmektedir. Burada iki kamera kullanılmasının amacı önde bulunan ana kameranın görev için belirlenen gereksinimleri tam olarak karşılayamaması ve aracın konumlanmada zorluk çekmemesi içindir. Bu sayede araç ana kamera ile görev alanını bulduktan sonra altta bulunan kamera ile hedeflenen noktanın tam üstüne inmesi amaçlanmaktadır. Bu nokta bulunurken kendi tasarımımız olan renk hedefleme yazılımı kullanılmaktadır. Yazılımın amacı kısaca renkli olan noktayı tespit edip aracın yönünü hedef alınan tarafa döndürmek ve aracın o noktaya kusursuz bir şekilde ulaşmasını sağlamaktır.

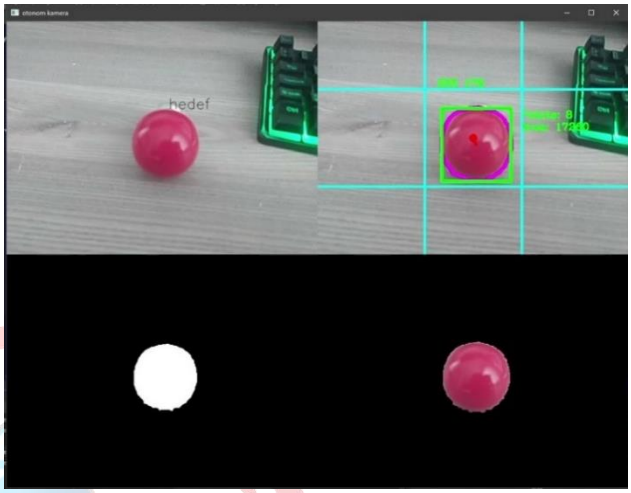
4.3.4. Manuel Algoritma

Manuel kontrol algoritmasında ise aracın genel bağlantıları sağlandıktan sonra kontrolleri denge sağlanması dışında tamamen kullanıcıya vermektedir. Bu sayede aracın görev performansı artmakta olup kullanıcıya da kullanım kolaylığı sağlanmaktadır.

4.4.Yazılım Tasarım Süreci



Teknofest yarışmasında aracımızın hem mauel hem de otonom olarak hareket etmesi istenilmektedir. Yarışmada aracımız manuel kontrol edilirken su üstünden bilgisayar ile

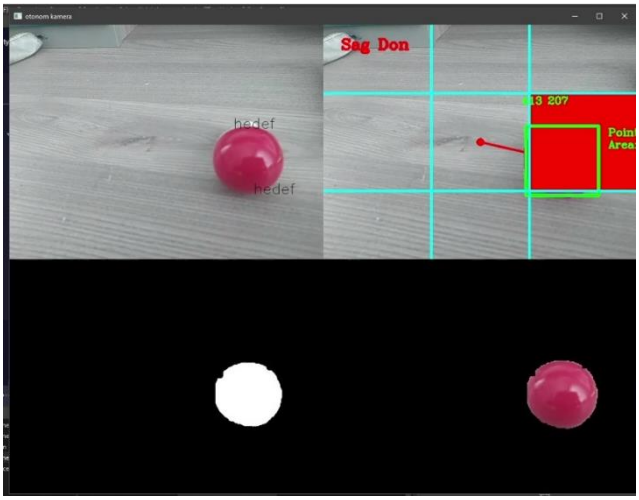


bağlantı kurulacaktır. Aracımızın üzreindeki "Raspberry Pi" ile ile bilgisayar arasındaki haberleşme ethernet portları üzerinden "SSH" yöntemi kullanılarak yapılacaktır. Secure Shell olarak da bilinen SSH iki bilgisayar arasında bilgi alışverişi yapmak için kullanılır. SSH'ı kullanma sebebimiz hızlı bir şekilde araca bilgi aktarımını sağlamaktır. Ayrıca tek eternet kablosu üzerinden haberleşme sağladığından dolayı aracın hareketlerinde büyük kolaylık sağlamaktadır. SSH üzerinden bilgi aktarmak için bilgisayar üzerinde "Putty" adlı uygulama kullanılmaktadır. Putty'nin kullanılma sebebi çok yaygın bir program olmasından ötürü olası problemler karşısında kaynak bolluğu bulunmasıdır. Ayrıca SSH yerine VNC kullanılmamasının sebebi, SSH için kablosuz bağlantıya ihtiyaç duyulmamasıdır. Yine SSH yerine yaygın haberleşme yöntemlerinden olan TTL'in kullanılmama sebebi ise, uzun tutulan haberleşme kablosu ile hız veya gecikmeden kayıp yaşanmadan haberleşmenin sağlanılabilmesidir. Aracın manuel kontrolünde joystickten alınan bilgilerin Raspberry Pi tarafından okunabilmesi için Python içerisinde bulunan Pynput adlı kütüphane kullanılmaktadır. Bu kütüphanenin seçilme sebebi içerisnde joystick ile Raspberri Pi'nin haberleşmesi için gerekli her modülü bulundurmasıdır.

Su altı aracımız otonom modda hareket ettiği sırada aracımızda bulunan Raspberry Pi ile görüntü işlenip "Arduino Mega Pro"ya hareket verisi olarak seri haberleşme portu üzerinden iletilmektedir.

Su altı aracımızın yazılımı "Pyhton" yazılım dili ile yazılmıştır. Bu yazılım dilini seçme sebebimiz "Opencv" ve "Numpy" gibi görüntü işleme ve otonom sisteme yardımcı olacak kütüphanelerin bulunmasıdır. Numpy, Python yazılım dilinde bulunan bir kütüphanedir. Python içerisinde matematiksel işlemler yapılmasına yardımcı olduğu için bu kütüphane tercih edilmektedir.

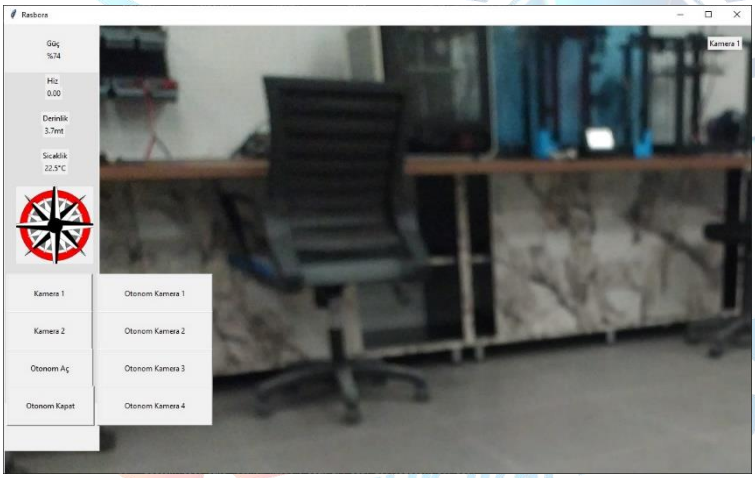
OpenCv, Python gibi yazılım dillerinde bulunan yaygın bir kütüphanedir. Kameradan gelen görüntü eş zamanlı bir şekilde renkleri ve şekilleri algılamak için gerekli tüm araçlara sahip olduğundan bu kütüphane tercih edilmiştir.



İşleyen algoritmada öncelikle kameradan gelen görüntü işlenip görüntüde bulunan kırmızı renkler algılanmaktadır. Ardından kırmızı olarak algılanan nesnelerin şekilleri belirlenip, daire şeklinde olan nesne işaretlenmektedir.

Daire şeklindeki nesneler işaretlendikten sonra kameradan gelen görüntü dokuz parçaya bölünmekte ve bu parçalardan hangisinde olduğu belirlenip eğer ortada değilse ortadaki bölüme otonom olarak gelmesi için gerekli komutları üretmektedir. Nesne ortadaki bölmeye getirildiğinde ise araç ileri doğru gitmekte, aracın altında bulunan ve aracın altını gösteren ikinci kameradan gelen görüntüyle nesne ortalanmakta ve aşağıya doğru iniş yapılarak görev tamamlanılmaktadır.

4.5. Dış Arayüzler



Aracın kontrolünde kullanılacak olan arayüz su altı ekibimizde bulunan yazılımcılar tarafından yazılmıştır. Ekibimizin kullandığı dil "Pyhton" olduğundan dolayı "Tkinder" gibi kütüphaneler kullanılarak arayüzün yazılımı gerçekleştirilmiştir. Arayüz içerisinde araçtan gelen kamera görüntüsü, basınç değeri, derinlik değeri, sıcaklık değeri, güç değeri, otonomdan manuele geçiş gibi göstergeler ve butonlar bulunmaktadır. Ayrıca arayüz içerisinde bulunan klavye vasıtasıyla da bilgisayardan araç hareket ettirilebilmektedir.

5. GÜVENLİK

Kapsül Rasbora ROV takımı üyeleri olarak çevrenin ve kendimizin güvenliğine her şeyden çok önemsemekteyiz. Bu sebepten ötürü çalışma esnasında kişisel güvenlik ekipmanlarının kullanımına özen gösterilmektedir. Araçta güvenilir kullanım için çeşitli güvenlik önlemleri alınmıştır:

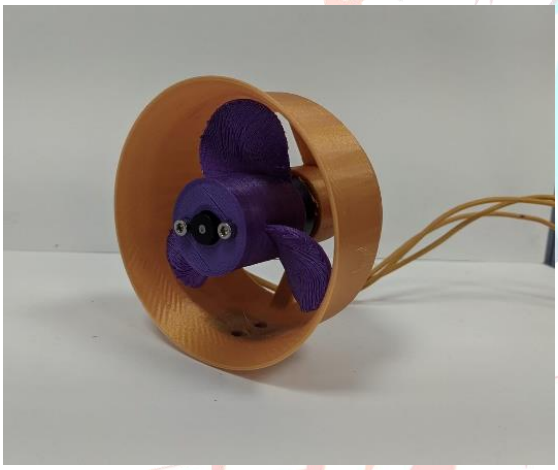
- Araç üzerindeki motorların bobinlerinin izole olması sayesinde suyla teması engellenerek kısa devre veya motorların zarar görmesinin önüne geçilecektir. Aynı zamanda seçilmiş olan motorun parçalarının paslanmaz parçalardan oluşması sayesinde yine motorların zarar görmesinin önüne geçilecektir. Tüm bunlarla beraber motorların lehim yerleri silikon veya epoksi gibi parçalarla kaplanarak bu noktalardaki suyla temas engellenerek korozyonun

(metal veya metal alaşımlarının oksitlenme gibi kimyasal aşınmalara uğraması durum) önüne geçilecektir.

- Aracın dışında kalan aydınlatma ve motor kabloları uzun tutularak gerilmesi önlenmiş, bu sayede sürüş esnasında kabloların koparak kazalara sebebiyet vermesinin önüne geçilmiştir.
- Haznelerin su alması durumunda içine yerleştirilen sıvı tespit sensör kartları sayesinde güç kesilip kontrol bilgisayarına bildirim gönderilerek araca veya çevresine zarar gelmesinin önüne geçilecektir.
- Pilin anormal bir durumda çekmesi gerekenden daha yüksek miktarda akım çekmesi durumunda zarar görmesini engellemek adına sigorta kullanılarak gücünün kesilmesi sağlanacaktır.

6. TEST

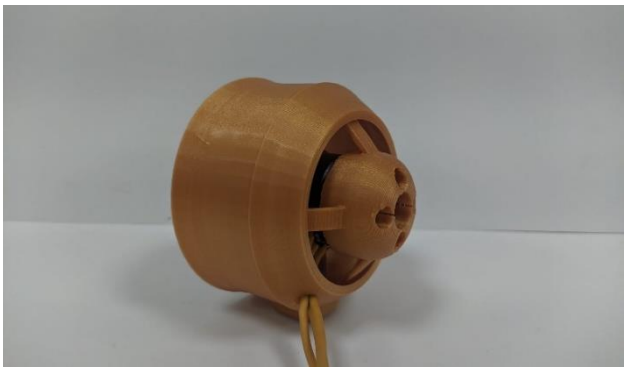
6.1. Motor Testleri

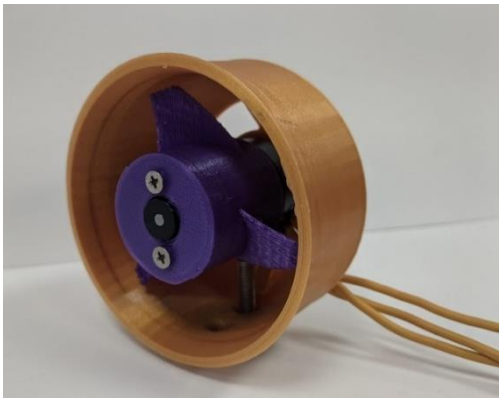


Tasarlanan özgün itici tasarımlarının ilk önce akış analizleri sanal ortamda Solidworks programında yapılmıştır. Ardından gerçek su testlerini görmek için M1 motorlar itici kalıp tasarımlarına monte edilmiş ve ayrı ayrı akvaryumda testlere tabii olmuşlardır. Bilgisayar ortamındaki akış analizi ile gerçek ortamdaki farklılıklar tespit edilmiştir. Bunun olmasına sebep olan etkenler incelenmiş ve çizilen farklı motor tasarımlarının ve baskılarının hangisinin araca ve yarışmaya uygun olacağına karar verilip nihai motorlar belirlenmiştir.

Mekanik Tasarım Sürecinde anlatılan ilk pervaneye ait itki kalıbı denemesi

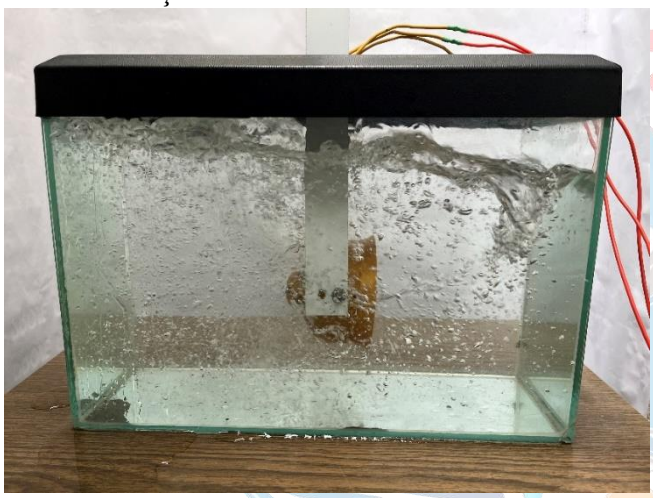
Mekanik Tasarım Sürecinde anlatılan, araçta kullanılması kararı verilen nihai motora ait fotoğraflar

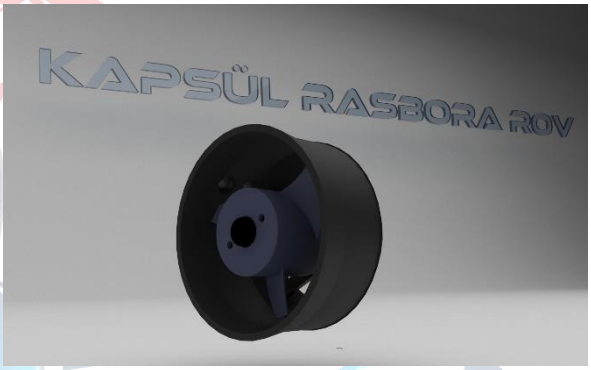


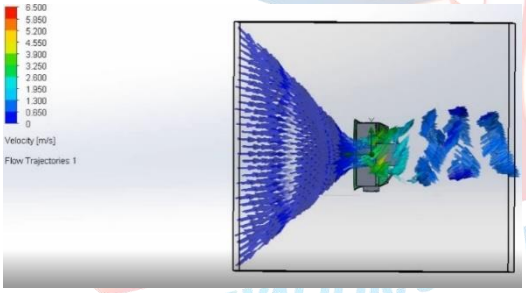


Nihai motora ait akış analizleri Solidworks programı üzerinden yapılmıştır. Ardından akvaryumda testler yapılarak sümülasyon-gerçek farklılıkları fark edilmiştir.

Simülasyondaki kadar mükemmele yakın olmasa da motorun araca yeterli olacağından motor nihai olarak belirlenmiştir.

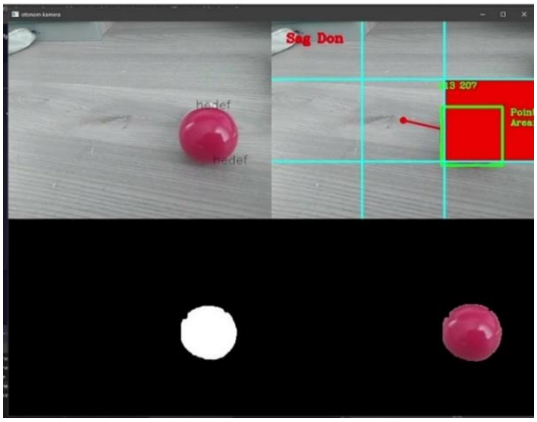






6.2. Otonom Görev Testi

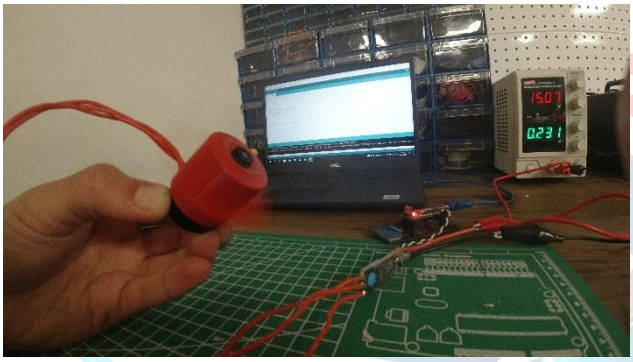
Yarışmada büyük puan getirisi olacak otonom görev için yazılım ekibi tarafından yazılan kodlar araçta Raspberry Pi üzerinden çalışılması planlanmaktadır. Araç yüzer halde olmadığı için kodlar bilgisayarda çalıştırılmış ve çıktıları aşağıda gösterilmiştir. Büyük ölçüde doğruluk payı olan bu testler araç hazır olduğunda su altında testlere tabii olacaktır.



6.3.Elektronik Alanda Alınan Testler

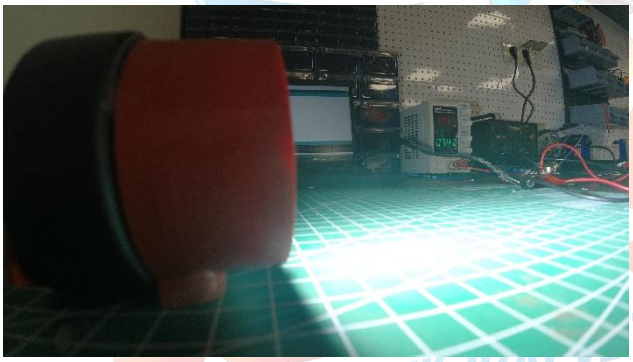
Aracın inşa edilmesinden önce olası problemlerin önceden belirlenip giderilebilmesi için elektronik alanlarda da testlere önem verilmiştir. Bu testler sayesinde araç tamamlandıktan sonra çıkması muhtemel problemler giderildiğinden dolayı problemsiz sürüşler gerçekleştirilebilecektir. Motorların, aydınlatmaların ve haberleşmenin testlerine bu alanda değinilmiştir.

6.3.1. İtici Testleri



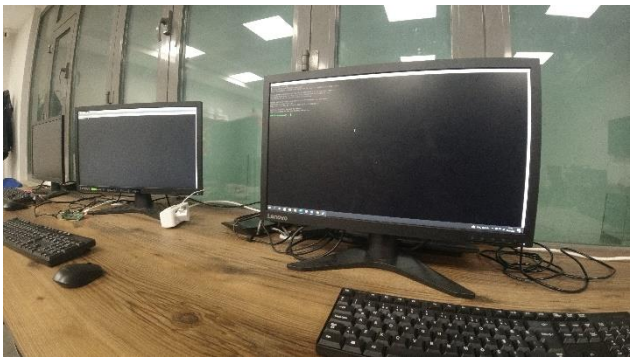
Aracın çalıştırılmasından önce her motorun teker teker mükemmel çalıştığından emin olunmalıdır. Araç tamamlandıktan sonra motorlardan çıkabilecek herhangi bir problemden ötürü sürüşlerin bozulması veya zamandan kaybedilmesi istenilmediğinden ötürü montaj aşamasından önce bütün motor testlerinin alınmış olması gerekmektedir. Bu yüzden montaj öncesinde bütün motorlar tek tek test edilmiştir.

6.3.2. Aydınlatma Testleri



Aydınlatma kısmı da aracın önemli noktalarındandır. Sürüşün hemen öncesinde aracın aydınlatması gibi kritik ancak basit bir noktasında hata çıkması test kısmını geciktirecektir. Bu da aracın zamanında tamamen hazır hale gelip görevlere çalışma konusunda sıkıntılara sebebiyet verecektir. Bu yüzden yine aydınlatmaların testleri de alınarak çıkabilecek problemler giderilecek ve montajı gerçekleştirilecektir.

6.3.3. Haberleşme Testleri



Aracın manuel kontrolleri için en önemli nokta bilgisayar ile yapacağı haberleşme kısmıdır. Gerekli testler alınmadan montaj gerçekleştirildiğinde haberleşmeden kaynaklı herhangi bir sıkıntıda bütün sürüş aksayacak ve zamandan yüksek miktarda kayıp yaşanacaktır. Bu tarz olayların önüne geçerek zamanı en iyi şekilde kullanmak isteyen takımımız haberleşme testlerini de önceden alarak olası problemlerin önüne geçmeyi amaçlamaktadır.

7. TECRÜBE

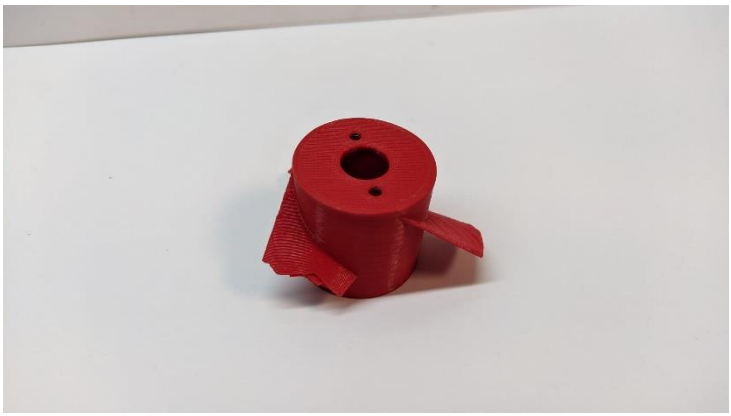
7.1. Pleksiglas ve Polietilen:

Geçen sene araç şasisinde pleksiglass kullanan takım bu sene kazandığı tecrübelere dayanarak polietilen malzemeye geçmiştir. Aşağıdaki fotoğraflarda görülen kırılmaları yaşayan takımımız bu kırılmaları daha iyi tolere etmek adına esneklik payı daha yüksek olduğundan polietilen malzemeye geçiş yapmıştır. Ayrıca kullanılan vidalar takılıp çıkartıldığında belli bir zaman sonra kötü hale gelerek hem dayanıklılık hem estetik açısında araca zarar vermektedir.

7.2.İtici Kalıbı Kalınlığı:

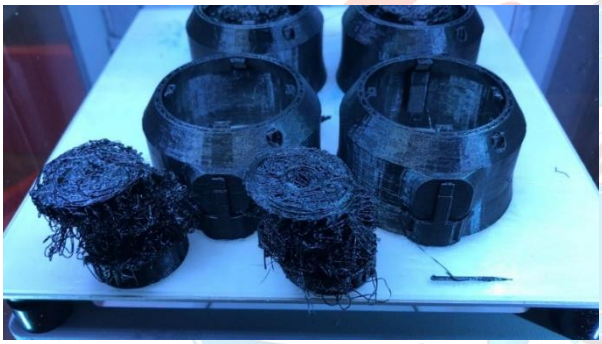
Özgün olarak tasarlanıp üretim aşamasına geçen Kapsül Rasbora ROV iticileri 3B yazıcı ile PLA malzemeden üretilmiş ve büyük bir hata görülmüştür. Motorların duvar kalınlığı çok az olduğu için çok esnek olmuş ve bu durum da su altındaki testlerde sorun yaratmıştır. Bunu çözmek için tasarım ekibi kalınlığı 1mm olan duvar kalınlıkları arttırıp 3 mm yaparak gerekli tasarımsal değişiklikler yapmış ve kullanılacak motor kalıplarını yeniden üretmiştir.

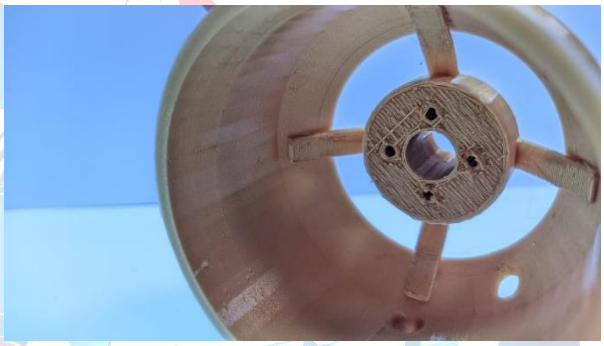
7.3.İtici Kalıbı ve Pervane Kırılması ile Doluluk Yüzdesi:



Kalınlık sorunu halledildikten sonra esneklik sorunu ortadan kalkan iticilerin oldukça kırılgan ve sağlam olmadığı anlaşılmıştır. Aşağıda görülen pervane ilk denemelerde sorun yaratmış ve kırılmıştır. İlk olarak %50 doluluk yüzdesi ile basılan iticilerin oranı %100 yapılarak sağlamlığı arttırmak istenmiştir.

7.4.Motor Destek Noktaları:

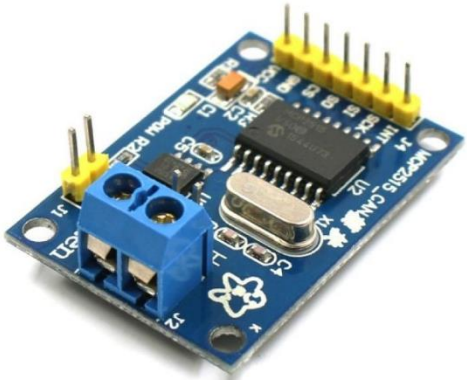




Motor destek noktaları motor duvarı ile geniş açı yapacak şekilde konumlandırılmıştır. Ancak 3B yazıcı ile üretim esnasında bu noktaların altına atılan destekler yetersiz gelmiş ve motor basılırken yazıcıdan kötü sonuçlar alınmasına sebebiyet vermiştir. Bunu aşmak adına destek noktaları hizalanmış ve kalınlığı da arttırılarak bu sorun çözülmüştür

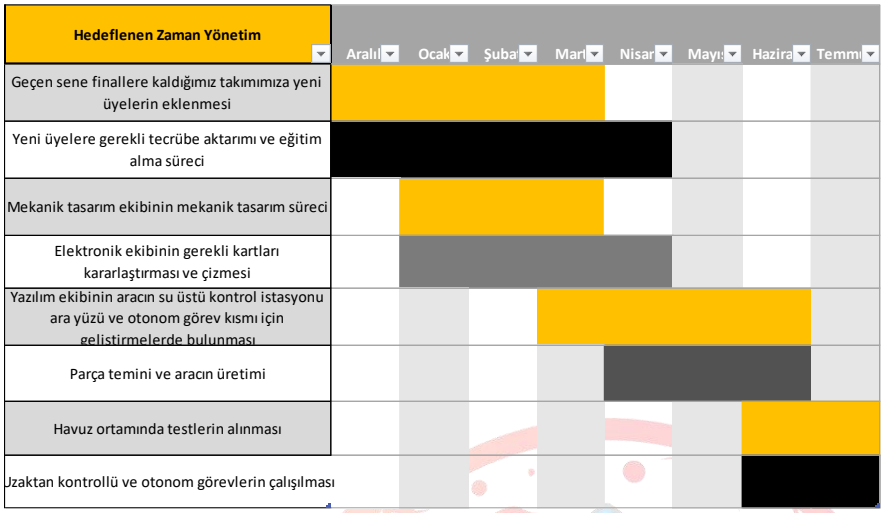
7.5.Can-Bus Haberleşme Protokolü:

Önceki sene araç ile kumanda arasındaki haberleşmeyi Can-Bus modülü ile yapan takımımız, modülün çıkardığı haberleşme sorunları sebebi ile bu sene tecrübe kazanarak bu sene bu modülü kullanmamaya karar vermiştir. Can-Bus yerine bu sene haberleşmeyi doğrudan bilgisayar ve Raspberry Pi arasında yaparak oluşan problemlerin önüne geçmeyi hedeflemektedir.



8. ZAMAN, BÜTÇE VE RİSK PLANLAMASI

8.1.Zaman Planlaması



Zaman yönetiminde ön tasarım raporunda belirttiğimiz bazı kısımlar mevcut koşullara göre tekrar düzenlemiştir. Yeni zaman planlaması yanda verilmiştir.

Yapılan değişiklikler;

- Takıma yeni gelen üyelerin takıma adaptasyon süreci beklenenden biraz daha fazla sürdü.
- Mekanik tasarım süreci kendi tasarladığımız motorların testlerinin gecikmesi dolayısıyla planlanan süreden daha fazla zamana ihtiyaç olmuştur.
- Aracın üretim süreci malzeme teslimatının gecikmesi dolayısıyla yaklaşık olarak bir ay esnemiştir.
- Testlerin alınması ve otonom testlerinin yapılması aracın üretim zamanına bağlı olarak hedeflenen zamandan daha geç yapılacaktır.

8.2.Bütçe Planlaması

ÜRÜN	ADET	FİYAT	T. FİYAT
Motor	9	655,00₺	5.240,00₺
Su Geçirmez Hazne	1	2570,00₺	2570,00₺
Pil	2	4.347,00₺	8694,00₺
Motor Sürücü Kartı	9	395,00₺	3555,00₺
Raspberry Pi 4	1	1.764,69₺	1.764,69₺
Raspberry Kamera	1	705,64₺	705,64₺
SD Kart	1	119,77₺	119,77₺
Raspberry Muhafaza Kutusu	1	113,87₺	113,87₺
Kablo	1	40,00₺	40,60₺
Kablo	10	23,50 ₺	235,00 ₺
Güç Dağıtım Kartı	2	174,30₺	348,6₺
Kablo	1	98,53₺	98,53₺
Cat-6 Kablo	1	109,99₺	109,99₺
Işık	1	1.340,00₺	1.340,00₺
Robot Kol	1	2.265,00₺	2.265,00₺
Pcb üretimi	2	245,835₺	491,67₺
Sigorta	1	370.44₺	370.44₺
TOPLAM:			28.063,07₺

8.3.Risk Planlaması

Risk planlamasının amacı:

Risk planlamasının amacı mümkün olan tüm riskleri gözden geçirip, sorun oluşma olasılığını minimum düzeyde tutmaktır. Takımımız yüksek ölçüde özgünlüğe sahip olduğundan birçok parçanın yaratabileceği riskler, bu planlamalar ve önlemler sayesinde önceden tahmin edilebilmekte ve buna göre önlemler alınabilmektedir.

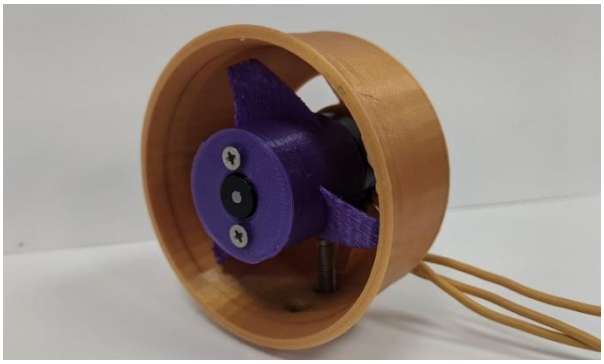
Aşağıda öngörülen senaryolardan bazılarına değinilmiştir:

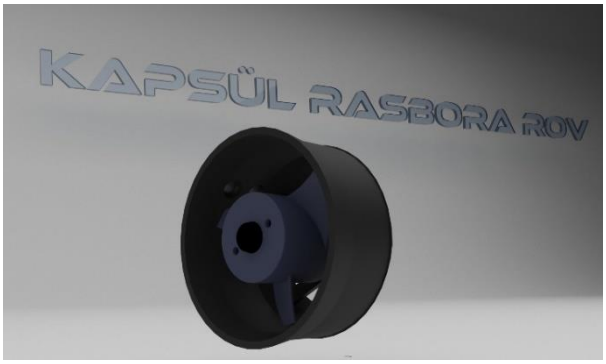
- Bütçemiz kur ve enflasyon oranlarından mümkün olduğunca az etkilenecek şekilde kullanılmaktadır.
- Aracı kullanacak olan birinci pilot kullanamaz duruma gelmesi sonucu görevlerin sekteye uğramaması adına ikinci bir pilot belirlenmiş olup araç kullanımı konusunda tecrübeye sahip olması sağlanmıştır.
- Araç kulanım halindeyken meydana gelebilecek sorunlar için aracın iç kısmı mümkün olduğunca kolay erişilebilecek bir biçimde tasarlanmıştır.
- Araçta meydana gelebilecek olan sızıntıları önceden belirleyerek önüne geçmek adına aracın olimpik bir havuzda su altında yarışma süresine eşdeğer bir sürede test edilmesi planlanmaktadır.
- Kullanılan kablo ile diğer suyla temas eden ve içerisinden akım geçen komponentlerin en iyi şekilde yalıtılması gerekmektedir. Bunun içi su altı kullanımına uygun malzemeler seçilmiştir.
- Aracın içinde bulunan elektronik bağlantıların veya komponentlerin zarar görmesi durumunda ise elde bulunan yedeklerle değiştirilmesi planlanmaktadır.
- Aracın tüm elektronik sistemlerinin bulunduğu tüpün su alması durumda ise, aracın içinde bulanan sıvı sensöleri sayesinde aracın içinde bulunan sigorta sistemi kullanılarak pillerden gelen güç kesilecektir.

9. ÖZGÜNLÜK

9.1.Motor Tasarımları

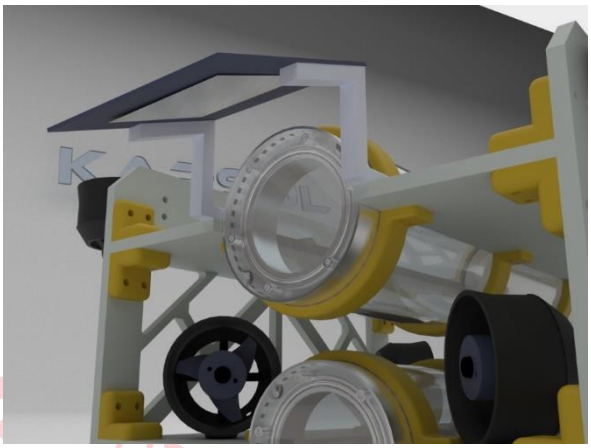
Araca ivme verecek iticilerin motor gövdeleri ve pervaneleri takımımız tasarım ekibi tarafından tasarlanmıştır. İlk olarak su altı motor tasarımları incelenmiş ve buna uygun olarak tasarımlar çıkarılmıştır. Tasarımlardan uygun olmayanlar kullanılmamış ve bu süreç mekanik tasarım sürecinde motor gelişimi başlığında anlatılmıştır.





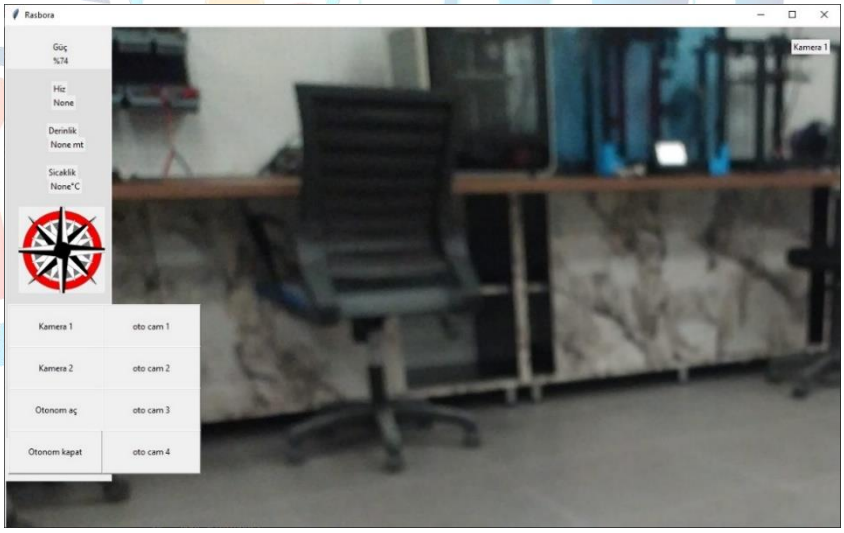
9.2.Ayna ve Servo Motorlu Sistem:

Bu sene yarışma kurulu tarafından gönderilen görev şablonları incelenmiş ve görevlere uygun olarak robot kol araca yerleştirilmiştir. Ağırlık taşıyacak araçlarda önemli olan tutucu kolun yeri ağırlık merkezi hesaplanarak yerleştirilmiştir. Teknofest 2021'de hakem heyetinin ve jürilerin beğendiği ve yarışmada ilk defa görülen ayna tasarımını yine bu sene aynı amaçla: objeyi tutma işlemi yapacağı sırada robot kolu görecek şekilde servo sistemi yardımıyla kameranın aynaya dönmesi ve oradan kolu rahatça algılanacak açıyı bulması, tutma işleminin ardından taşıma sırasında karşıyı görecek şekilde yine servo hareketi ile kamera hareket edecek ve pilot objeyi hedefe taşımayı kolay bir şekilde yapacaktır. Böylece özgün olan bu ayna-servo sistemi hem araca özgünlük kazandırmış olacak hem de parkurlarda hız, araca ise dolaylı yoldan denge sağlaması planlanmıştır.

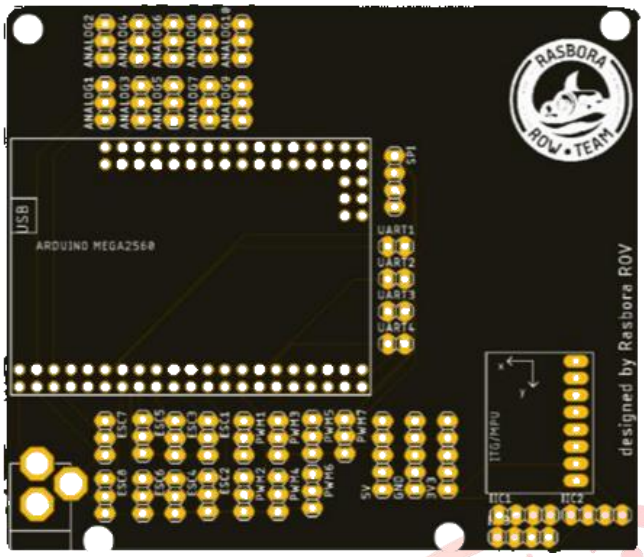


9.3.Araç Su Üstü İstasyonu Arayüzü

Çoğu takım tarafından hazır arayüzler ve yazılımlar kullanılmaktadır. Bunu tercih etmeyen Kapsül Rasbora ROV ekibi kendi tasarlayıp kodladığı arayüz üzerinden; su altındaki veriler ekrana yansatılacak, görüntü ekrana yansıtılacak ve otonom/uzaktan kontrol görev tuşlarıyla geçiş sağlanacaktır. Sade ve şık bir arayüz, işlevsel kullanım özgün arayüz tasarımının ana amaçlarındandır

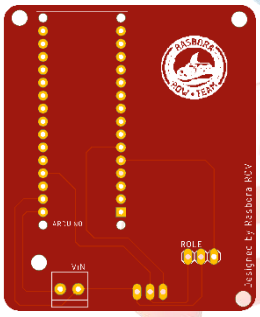


9.4.Özgün Tasarım Kontrol Kartı



Aracın kritik işlerinden birisi, manuel kontrollerde kumandadan gelen sinyalleri, otonom kontrolde hareket komutlarını ve aracın dengeli bir şekilde su üstünde durmasını sağlayacak PID komutlarını motorları kontrol eden ESC'lere iletecek olan kontrolcü karıdır. Takımımız burada mikrodenetleyici kartı olarak Arduino Mega Pro kullanacaktır. Ancak ESC'lerin bağlanacağı pinler ve dengelemede kullanılacak MPU6050 akselometre ve jiroskop sensörünün Arduino ile beraber toplu bir kart üzerinde bulunması gerekmektedir. Bu noktadaki eksikliğini kendi bilgi ve deneyimlerine güvenerek gidermek isteyen takımımız kendi kontrol kartı tasarımını kendisi yapmıştır. Bu tarzda kritik bir noktadaki parça özgün olarak tasarlanmış olması hem özgün bir araç üretiminde büyük bir rol oynamış hem de tarafımızdan sisteme müdahaleyi kolaylaştırmıştır.

9.5.Özgün Tasarım Sıvı Tespit Kartı



Aracın içine su sızması hem araç içi elektronik parçalara zarar vererek araca hem de suyla teması halinde kısa devre ederek kullandığımız seviyede yüksek kapasiteli bir pilin çevresine zarar vermesine yol açabilir. Bu tarzdaki etkileri tamamen engellemek isteyen takımımız haznelerin içine su sızması durumunda bunu tespit ederek gücü kesmesini sağlamak amacı ile bir kontrol kartı tasarlamıştır. Bu sayede haznenin içerisine sızan su hemen tespit edilerek güç kesilecek ve kontrol bilgisayarı üzerinden gelen bildirim ile pilota haber edilerek aracın su üstüne çıkartılması sağlanacaktır. Bu sayede aracın kendisine veya çevresine zarar vermesi önlenecektir.

9.6.Özgün Yazılım

Yapılan araçta mikrodenetleyici, otonom, görüntü işleme, haberleşme ve arayüz tasarımı gibi birçok farklı yazılım ayağı bulunmaktadır. Takımımız bu yazılımların her birini kendisi yazarak hazır yazılımlara ihtiyaç duymamaktadır. Dolayısıyla sistem yine tarafımızdan

yapılacak her türlü müdahaleye açık olacaktır. Bu sayede araç hata ayıklamaları ve yapılacak her türlü geliştirmeye açık hale getirilmiştir.

10. YERLİLİK

10.1. Motorlar

Aracın tüm hareketlerini yapmasını sağlayacağından ötürü motor seçimi araç için büyük önem arz etmektedir. Aynı zamanda su altı kullanımı için uygun olması gerektiğinden paslanmaz parçalar ve bobinlerine su kaçmasını engelleyen motorlar tercih edilmelidir. Her alanda yerliliğe önem veren takımımız bu tarzdaki kritik bir alanda da yerlilikten taviz vermeyerek yerli üretim olan motorları tercih etmiştir. Piyasada bulunan diğer motorların gerisinde kalmayan bu motorlar, aynı zamanda fiyat olarak diğer motorlardan düşük olduğundan büyük avantaj sağlamaktadır.

10.2. Motor İskelet Tasarımları

"Motorlar" kısmında belirttiğimiz gibi araçta kullanılacak olan motorlar oldukça kritik parçalardır ve yerlilikle özgünlüğe son derece önem veren takımımız, motor iskelet tasarımlarında da yine hazır ve yurt dışı kaynaklı çözümlere gitmek yerine, önceki sene kazandığı tecrübelerine güvenerek kendisi tasarlamıştır. Bilgisayar ortamında ve fiziksel ortamda testleri alınan motor iskeletleri, son derece dayanıklı ve verimli çalışmaktadır. Bu sayede aracın hareketlerini sağlayan motorlar özgün bir tasarıma kavuşmuş ve tamamen yerli bir şekilde halledilmiştir.

10.3. Su Sızdırmaz Tüp

Aracın önemli parçalarından bir diğeride, bütün elektronik elemanların suyla temas ederek kısa devre olup bozulmasını engelleyecek olan su sızdırmaz haznedir. Bu haznenin tek görevi elektronik elemanların suyla temasını engellemek değildir. Aynı zamanda aracın içine kolaylıkla erişmemizi sağlayarak oluşması olası problemlerde müdahale etmemizi kolaylaştırmalıdır. Bununla beraber kullandığımız bataryanın bitmesi durumunda şarj etme işleminde de bataryaya rahat erişim sağlamalıdır. Yine bu noktada da yerli kaynaklara güvenen takımımız, kullanmış olduğu hazneleri de yerli üretim olanlarından tercih etmiştir.

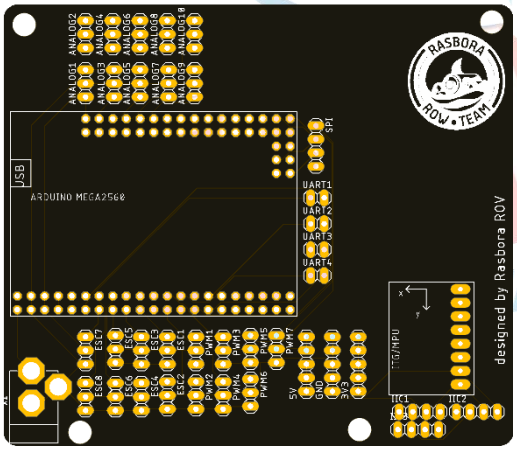
10.4. Su Altı Aydınlatması

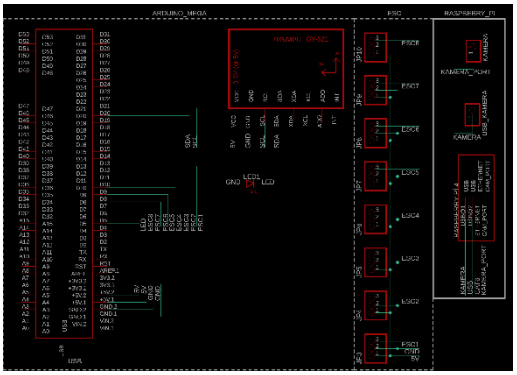
Su altından alınan görüntüler derinlikten ötürü oldukça karanlık olmaktadır. Bu durum hem aracın otonom görevlerini yaptığı esnada hem de manuel kontrollerde pilotun kontrollerinde büyük bir sorun çıkartmaktadır. Bu sorunun önüne geçmek amacıyla 1500 Lümenlik bir aydınlatma sağlayan, su geçirmez özelliğe sahip ve en önemlisi yerli üretim olan su altı aydınlatmalarından kullanılacaktır. Bu sayede aracın hem manuel hem de otonom kontrolleri rahatlıkla yapılabilecektir.

10.5. Yerli Yazılım

Aracın donanımsal kontrol birimleri gibi bilgisayar kontrolleri ve otonom sürüşünü yapması gereken yazılımda önemli noktalardandır. Bu noktada problem çıkabilmesi çok olası bir durumdur ve müdahaleye açık olmalıdır. Yine bu noktada da geçmiş yıl tecrübelerine güvenen takımımız aracın mikrodenetleyici yazılımından görüntü işlemesine kadar her türlü yazılımını kendisi yazmış, hazır ve yurtdışı kaynaklı yazılımlara ihtiyaç duymadan yazılım ihtiyacını karşılamıştır.

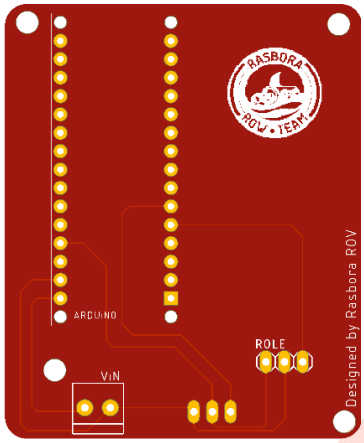
10.6. Kontrol Kartı





Aracın motor kontrollerini yapacak Arduino Mega Mini ve dengeleme yazılımı olan PID için kullandığımız MPU6050 akselometere ve jiroskop sensörünü üzerinde barındıran kartın tasarımı elektronik sistem ekibimiz tarafından yapılmıştır. Kurduğumuz sistemin elektronik ihtiyaçlarını en uygun olarak, aynı zamanda bütçe kısmında en küçük miktarda çözebildiğimiz bir yöntem olduğundan dolayı tasarım yapma yoluna girilmiştir. Aynı zamanda sistem içine müdahaleye tarafımızdan açık olduğundan ortaya çıkabilecek her sorun rahatlıkla aşılabilecektir. Tüm bunların yanında olabildiğince özgün bir sistem tasarımı olması bakımından kartın tasarım olarak yapılması faydalı olmaktadır. Kart tasarımları yapılırken Autodesk Eagle programı kullanılmıştır. İlk olarak devre şeması çıkartılmış daha sonra PCB tasarımları yapılarak kart üretime hazır hale gelmiştir. Kart tasarımı hakkında geçen seneden tecrübeli olan ekibimiz bu sene yaptığı kartı daha da geliştirerek kullanışlı bir kart tasarımı ortaya çıkartmıştır.

10.7. Sıvı Tespit Sensör Kartı



Aracın çalışma esnasında içine su kaçıp elektronik devre elemanlarının veya pilinin zarar görmesi hem araç hem de çevresi için son derece tehlikeli bir durumdur. Bu durumun önüne geçmek isteyen takımımız sıvı tespiti durumunda gücü kesecek olan devreyi de kendisi tasarlayarak aracın yerli kısımlarını artırmayı hedeflemiştir. Sıvıyla temas esnasında üzerinde bulunan röle ile gücü kesen kart, güvenli kullanım için son derece önem arz etmektedir.

11. KAYNAKÇA

[1]^ *Geyer, Roland; Jambeck, Jenna R.; Law, Kara Lavender (1 Temmuz 2017). "Production, use, and fate of all plastics ever made". Science Advances.* ***3*** *(7). ss. e1700782. Bibcode:2017SciA....3E0782G. doi:10.1126/sciadv.1700782. PMC 5517107 $2. PMID 28776036.*

[2] *Södergård A, Stolt M (2010). "3. Industrial Production of High Molecular Weight Poly(Lactic Acid)". In Auras R, Lim LT, Selke SE, Tsuji H (eds.). Poly(Lactic Acid): Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Applications. pp. 27–41. doi:10.1002/9780470649848.ch3. ISBN 978-0-470-64984-8.*

[3] *https://www.starakim.com/cat-6-kablo-cat5-ve-cat6-arasindaki-farklar#:~:text=Cat%206%20kablo%20standart%20olarak,kablolar%20100%20metreye20kadar%20kullan%C4%B1labilir*